



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Optimización de red eléctrica en baja tensión para garantizar calidad del
suministro eléctrico en la Asociación Cerro Colorado, Moquegua**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

Yañez Quispe, Rodrigo Jeanpier (ORCID:0000-0003-4712-9525)

Panca Vasquez, Aaron Miguel (ORCID:0000-0002-8922-3088)

ASESOR:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID:0000-0001-6743-6915)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Generación. Transmisión y Distribución.

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta es una sincera devoción a mi madre, porque no lo habría logrado sin ella. Su bendición diaria me protege y me guía por el camino de la rectitud a lo largo de mi vida. Por eso, querida madre, te presento mi obra como muestra de mi agradecimiento por tu paciencia y tu amor.

Agradecimiento

Me gustaría expresar mi gratitud a mi padre, mi madre y mi hija por su apoyo incondicional a lo largo de los años y por ser la fuerza motriz de la consecución de mis objetivos, que me llenan de alegría y orgullo.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación: aplicada	22
3.2. Población, muestra, muestreo.....	23
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.4. Procedimiento	24
3.5. Método de análisis de datos.....	25
3.6. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
4.1. Análisis de la situación actual	26
4.1.1. Ubicación geográfica del proyecto.....	26
4.2. Ruta eléctrica	27
4.3. Potencia necesaria.....	29
4.4.1. Cargas de servicio particular	29
4.4.2. Cargas de Alumbrado Publico	30

4.4.3.	Cálculos eléctricos.....	32
4.4.4.	Criterios considerados en los diseños de RS	37
4.4.5.	Resistencia de puesta a tierra	37
4.4.6.	Cálculos mecánicos.....	38
V.	DISCUSIÓN.....	47
VI.	CONCLUSIONES.....	51
VII.	RECOMENDACIONES	52
	REFERENCIAS.....	53
	ANEXOS	57

Índice de tablas

Tabla 1. Tensiones normalizadas en baja tensión	15
Tabla 2. Coordenadas de la localidad de Cerro Colorado.....	26
Tabla 3. Potencia necesaria de abastecimiento	29
Tabla 4. Cargas de la lámpara de alumbrado público	30
Tabla 5. Consumo de energía mensual por alumbrado público	30
Tabla 6. Número de horas mensuales del servicio de alumbrado público	31
Tabla 7. Cuadro resumen cargas de Alumbrado Publico	32
Tabla 8. Resistencias eléctricas de los conductores de fase y del portante.....	33
Tabla 9. Cálculo caída de tensión	36
Tabla 10. Características de los conductores Autoportantes	39
Tabla 11. Características Técnicas de conductores.....	40
Tabla 12. Terrenos de cimentación	43
Tabla 13. Cuadro resumen sobre las dimensiones de retenidas simple y doble.....	43
Tabla 14. Evaluación económica.....	46

Índice de figuras

Figura 1. Etapas de sistema eléctrico.	10
Figura 2. Sistema de distribución radial	12
Figura 3. Sistema de distribución en anillo	13
Figura 4. Niveles de tensión.....	16
Figura 5. Medidas de un poste de concreto para baja tensión	17
Figura 6. Diagrama caída de Tensión	20
Figura 7. Ubicación geográfica.....	27
Figura 8. Zona a intervenir Sector Cerro colorado	28
Figura 9. Ruta Eléctrica.....	28
Figura 10. Cimentación de postes.....	42
Figura 11. Esquema descriptivo	44

Resumen

El objetivo de esta tesis es optimizar la red eléctrica de baja tensión en la asociación Cerro Colorado para asegurar la calidad del suministro eléctrico. Actualmente, el 70% de los usuarios de esta mancomunidad cuentan con energía eléctrica, pero ésta es de mala calidad debido a que la distribución de estas redes ha sido improvisada y no cumple con los parámetros eléctricos correspondientes para asegurar el buen uso de este suministro, y no cumplen con la distancia mínima de seguridad; el 30% restante de la población no tiene acceso a la electricidad.

La metodología para el estudio fue de tipo aplicado con enfoque cuantitativo de diseño no experimental, teniendo como unidad muestral a 23 familias alimentada de un transformador D-127. Se llevó a cabo recolección de datos de los residentes y una investigación eléctrica, que deberá ajustarse a las características eléctricas de la norma.

Obteniendo como resultado que la ruta eléctrica más adecuada es el camino del sector de Cerro Colorado el cual conecta con dicha asociación; considerando la subestación S. E. N° 1 de Cerro Colorado como la más adecuada. Asimismo, se determinó que la potencia adecuada para las familias de la asociación es de 19.04 Kv. El proyecto representa económicamente 2,060,968.84 soles tomando en cuenta todos los gastos y costos para antes de su realización como para la etapa de ejecución.

Palabras clave: Suministro eléctrico, electricidad, población, red eléctrica

Abstract

The objective of this thesis is to optimize the low voltage electrical network in the Cerro Colorado association to ensure the quality of the electrical supply. Currently, 70% of the users of this association have access to electricity, but it is of poor quality because the distribution of these networks has been improvised and does not comply with the corresponding electrical parameters to ensure the proper use of this supply, and does not comply with the minimum safety distance; the remaining 30% of the population does not have access to electricity.

The methodology for the study was applied with a quantitative approach and non-experimental design, with 23 families fed by a D-127 transformer as the sampling unit. Data was collected from the residents and an electrical investigation was carried out, which should be adjusted to the electrical characteristics of the standard.

As a result, the most adequate electrical route was found to be the Cerro Colorado sector road, which connects with the association; considering the S. E. No. 1 substation in Cerro Colorado as the most adequate. Likewise, it was determined that the adequate power for the families of the association is 19.04 Kv. The project represents 2,060,968.84 soles economically, taking into account all the expenses and costs before and during the execution stage.

Keywords: Power supply, electricity, electricity, population, power grid

I. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica cumple una función crítica en la sociedad moderna pues asegura el correcto desarrollo de las actividades diarias, contrarrestando las diversas interrupciones y fallas que se presentan. Por ello se torna relevante hacer un mejor uso de la energía manteniendo su continuidad y fluidez en el sistema eléctrico; de tal manera que se puedan reducir las horas de interrupciones presentadas en el sistema eléctrico; y ante esto se presentan posibles soluciones para que el sistema sea de alta calidad. Además, el sistema de distribución eléctrica es el encargado de entregar directamente la electricidad a los consumidores, y es fundamental que este sistema esté en buen estado de funcionamiento para que el servicio suministrado sea de alta calidad en términos de fluidez y continuidad (Silvera et al., 2018).

El esparcimiento de las redes de distribución y también la complejidad de sus cálculos técnicos han dificultados hasta ahora la búsqueda de problemas operativos y de soluciones a los mismo. Pero ahora, con el creciente desarrollo de los conocimientos técnicos, ha hecho posible que los expertos y los operadores mejoren las características de la red, como la disminución de las pérdidas, la optimización del estado de la tensión, la deflación de las pérdidas de energía, etc. (Babanezhad et al., 2022).

Actualmente a nivel mundial, el acrecetamiento de la utilización de electricidad es considerablemente superior al de otras energías debido al espantoso avance tecnológico y la introducción de nuevos aparatos eléctricos (Ye et al., 2018). Además, el agotamiento de energía eléctrica está directamente relacionado con el desarrollo económico, el crecimiento demográfico y la urbanización. En el nuevo siglo, satisfacer esta creciente demanda junto con los problemas sociopolíticos y económicos requieren nuevos conceptos de gestión, ya que conduce al desarrollo comunitario (Bayatloo y Bozorgi-Amiri, 2019).

Asimismo, los sistemas de energía eléctrica afrontan disímiles retos tales como problemas de confiabilidad, baja eficiencia, altas pérdidas de energía, altas emisiones y alta posibilidad de ejercer poder de mercado (Rezaee Jordehi, 2019).

Por su parte (OSINERGMIN, 2017), señala que los usuarios que no cuentan con el sustento económico para realizar una correcta instalación eléctrica, ignoran todos los riesgos que esta puede generar por una mala instalación; pues en su mayoría tienen redes eléctricas improvisadas las cuales no cumplen con el reglamento del código nacional de electricidad (2011) poniendo en riesgo los equipos que se conectan a dicha red improvisada, debido a que se encuentra con parámetros eléctricos fuera de los permitidos como los niveles de tensión y corriente (OSINERGMIN, 2017).

Asimismo, en las zonas donde no se cuenta con el servicio de energía eléctrica, esto se debe a que el lugar en el cual ellos se encuentra no hay un punto de conexión accesible o incluso la distancia es un factor que influye mucho ya que por que tienen una excesiva caída de tensión se opta por no hacer la instalación eléctrica correspondiente (Ministerio de Energía y Minas, 2017).

De igual forma, a nivel Perú la pandemia del covid-19 ocasionó un serio problema en los servicios de energía eléctrica en consecuencia de que la mayoría de personas se vieron obligadas a permanecer en sus domicilios sin los servicios de energía eléctrica siendo esta uno de los recursos básicos de hoy en día, dado que ello genera diversos obstáculos al momento de realizar actividades como el teletrabajo y las actividades académicas de los niños pues no cuentan con las comodidades para poder llevar sus clases vía online con normalidad, debido al déficit de la energía eléctrica (Rodríguez, 2020).

Por ello, el estudio en desarrollo realizó un estudio de la calidad de energía eléctrica en la asociación de cerro colorado de la ciudad de Moquegua. Donde se encontró un déficit de la calidad del suministro eléctrico, teniendo varios inconvenientes al momento de usufructuar dicho elemento, también teniendo en cuenta el incremento de la población en esta zona y esto conllevando a un aumento de demanda requerida por los usuarios y generando una caída de tensión en la red secundaria a la cual ellos se encuentran conectados. La red existente en la asociación cerro colorado en baja tensión presenta varios problemas debido al tiempo de antigüedad de las estructuras y elementos del funcionamiento del suministro eléctrico, esto y lo demás mencionado

con anterioridad son lo que genera estos inconvenientes en la actualidad en la calidad del suministro eléctrico.

Surgiendo como problemática: ¿Cómo garantizar la calidad del suministro eléctrico, mediante el correcto uso de redes eléctricas con sus parámetros correctos en la asociación de cerro colorado de la ciudad de Moquegua?

Justificación del estudio: Se justifica desde la perspectiva técnica, pues la implantación de una nueva red eléctrica permite la disponibilidad de energía eléctrica con los parámetros eléctricos correctos como indica en la norma, la cual abastecerá del suministro eléctrico a toda la zona intervenida. Asimismo, se justifica del punto de vista social ya que los pobladores de la zona de la asociación de cerro colorado tendrán energía eléctrica de buena calidad, haciendo uso de ella para realizar diferentes actividades.

El objetivo general fue: Optimizar la red eléctrica en baja tensión para garantizar calidad del suministro eléctrico en asociación cerro colorado Moquegua

Los objetivos específicos, fueron para poder lograr el objetivo general, se tomaron en cuenta los siguientes objetivos específicos:

Determinar la ruta para la red eléctrica en la asociación cerro colorado, cumpliendo con las distancias mínimas de seguridad.

Determinar la potencia necesaria para abastecer a todos los usuarios de la asociación cerro colorado.

Evaluación de cálculos mecánicos y eléctricos mediante software DIREC-CAD (DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION).

Evaluar y determinar la subestación para la red eléctrica.

Realizar la evaluación económica del proyecto.

II. MARCO TEORICO

Para la elaboración del presente estudio se revisaron algunos trabajos de investigación previos, tomando en cuenta que estos se han implementado en otras entidades y otros países del mundo, obteniendo resultados favorables.

A continuación, en el entorno Internacional se encontraron las siguientes investigaciones:

(Saldaña, 2017), en su estudio titulado *“Optimización multiobjetivo de la red de distribución de energía eléctrica”*, el objetivo principal es adaptar un algoritmo para ayudar en el procedimiento de toma de decisiones en la planificación de la red de distribución de energía eléctrica, la cual es una tarea difícil. Esta herramienta de diseño debe producir diseños óptimos de redes de distribución en un tiempo. Para ello, se crearán nuevos operadores con el fin de lograr el insuperable global o recursos muy contiguos al óptimo, impidiendo que el proceso de indagación de soluciones sólo encuentre óptimos locales, lo cual es un problema común con muchos métodos de redes pequeñas cuando se aplican a redes mucho más grandes del mundo real. Se han establecido varios hitos para ayudar a conseguir este objetivo, acercando las conclusiones del modelo a su aplicabilidad en el mundo real.

(Gallego, 2016), en su proyecto de *“Optimización de la energía eléctrica en Dibtec S.A.S.”*, se basa en varios puntos que son beneficiosos económica y productivamente, ya que la optimización energética puede lograr la reducción de costes por consumo de energía como resultado de la innovación tecnológica, la cual propone la sustitución de equipos ineficientes, o la instalación eléctricamente eficiente de los equipos existentes, lo que permite su optimización técnica y económica. Por último, el desarrollo de ideas de optimización energética mejorará la imagen y la productividad de la empresa a largo plazo, gracias a unos equipos más eficientes, al aumento de la fiabilidad del sistema eléctrico, a la reducción de los costes directos e indirectos y, por último, al aumento de la motivación de los trabajadores porque trabajarán en unas instalaciones energéticamente eficientes que les proporcionarán el confort necesario para su trabajo.

(Ramirez, 2018), según la tesis "*Factores que afectan a la calidad de la energía y su solución*", tener una buena calidad de la energía sigue siendo una preocupación para las empresas eléctricas, debido a la variedad de equipos, herramientas, dispositivos que trabajan con la electricidad, donde cada uno tiene características diferentes debido a la aplicación, la tensión, la corriente y la frecuencia del sistema eléctrico varían. El rendimiento entre los dispositivos vinculados a la red también está representado por la calidad de la energía, donde las instalaciones evitan la "fatiga". La calidad de la energía sería evidente si las instalaciones evitaran la "fatiga" eléctrica y los dispositivos no la produjeran. La calidad de la energía quedaría entonces demostrada. Hoy en día, la calidad de la energía se refiere a la fiabilidad del suministro eléctrico, que es cada vez más crucial a medida que aumenta el número de cargas sensibles al sistema. El aumento de las cargas sensibles a las redes de distribución eléctrica, que serían el origen de las variaciones de la calidad de la energía por sí mismas.

(Poyón, 2017), en su trabajo "*Técnicas para el Mantenimiento, Conversión y Mejoras en Líneas Eléctricas de Distribución en Media Tensión*", tuvo como objetivo el examinar las diversas técnicas que existen actualmente para la ejecución de trabajos en líneas de 13,8 KV y 34,5 KV, así como para la ejecución de trabajos en líneas eléctricas de distribución activa. Se investigan los campos de aplicación de estos procedimientos, como el mantenimiento de las líneas de distribución, las conversiones y las mejoras. El gasto de realizar estas operaciones sin tensión es costoso para las industrias, las empresas y los clientes en general, de ahí que la mayoría de estos trabajos se realicen hoy en día en línea viva.

(Molina, 2019), en su trabajo "*Estudio y revisión de la red de distribución de media y baja tensión para potenciar los índices y estándares de calidad del suministro eléctrico*" se esperaba determinar los parámetros eléctricos primarios necesarios para garantizar la seguridad de toda la distribución eléctrica del sistema desde el punto de interconexión para dar servicio a todos los estudiantes y trabajadores. Para determinar con precisión las características eléctricas primarias para esta investigación, se utilizaron equipos y herramientas muy importantes en el examen. Para establecer lo anterior, se ha utilizado la legislación y las normas nacionales e internacionales más

importantes en vigor, lo que ha permitido presentar los resultados del estudio en el nuevo sistema de forma clara y concisa. Con la instalación de un nuevo transformador de 15 KVA, se mejoró toda la red de baja tensión. Al cambiar el tipo de conexión de triángulo abierto a Y/Y o estrella conectada a tierra, se estabilizan los niveles de tensión y se pueden equilibrar las cargas. Gracias a la sustitución de todos los elementos de protección, se mejoró aún más la continuidad del servicio.

Como antecedentes nacionales de la presente investigación se tiene:

(Vásquez, 2018) en su tesis de *“La mejora y ampliación del sistema de distribución de baja tensión de 0,38/0,23 Kv, y la construcción de una subestación de transformación de media tensión”*, formuló como propósito central optimizar la calidad de suministro eléctrico percibida por los usuarios. Basándose en una evaluación general circuito por circuito evidenciando los conflictos presentes en las redes eléctricas, para ello se tendrá en consideración los rediseños de las redes las mismas que permitirán identificar el pésimo estado de las instalaciones. Obteniendo como resultados principales que el cambio de postes, retenidas, contenedores, ya sea puestas a tierra, luminarias y conexiones domiciliarias se calculó según la demanda máxima de los usuarios. Concluyendo que, con la optimización y ampliación se acrecentará un transformador de 100 KVA con 03 circuitos de distribución.

(Huayta, 2019), en su estudio: *“Proyecto de mejora de la calidad de la red de distribución eléctrica de media tensión”*, planteó como propósito general formular opciones para optimizar los indicadores de calidad de energía eléctrica en las redes de sistema eléctrico. Dicha evaluación se dio a través del diagnóstico de calidad. Logrando como resultados que las proyecciones de demanda en los periodos 2020 - 2022 manifestaron un acrecentamiento en la demanda del sistema eléctrico haciendo empleo del COES un software Dissilent Power Factory. Concluyendo que, la ejecución del estudio de flujo de potencia al modelo de sistema eléctrico luego de la máxima caída de tensión de alimentador A4244 llegó a un límite permitido y conjuntamente posterior al análisis de flujo de potencia al modelo del sistema eléctrico reflejó que se disminuye la cargabilidad de los transformadores alrededor del 20%.

(Vargas, 2018) en su investigación " La optimización de los indicadores de calidad de suministro con el manejo de la red de distribución primaria mediante la técnica TcT en el alimentador de media tensión" expone una iniciativa técnica que permite la optimización del manejo de los indicadores de calidad de suministro (interrupciones) en el alimentador de la red de distribución primaria por medio de la implementación y administración de un plan de mantenimiento de las instancias de media tensión mediante la técnica de trabajo en tensión, la cual se aplica para no restringir la continuidad de la energía eléctrica. La subestación AMT CAO003 a 13,8 kV fue elegida como la subestación más crítica de la empresa por registrar la más alta contrapartida económica debido a la falta de calidad de suministro; el plan de mantenimiento propuesto fue implementado, demostrando la mejora de los indicadores de calidad de suministro al final de la primera mitad de 2018, con los indicadores de desempeño SAIFI y SAIDI alcanzando sus valores óptimos.

(Flores, 2018), en su estudio "Redes de baja tensión y la optimización del consumo eléctrico basada en la eficiencia energética ahorra" con ello se pretendía resolver las graves dificultades de los gastos corrientes, en particular las derivadas del elevado uso de la electricidad. Se realizó una investigación explicativa con un diseño pre-experimental. Alumnos, administrativos, docentes y funcionarios del centro educativo I.E. N° 41008 Manuel Muoz Najar, sirvieron como unidad de estudio para la recolección de información y fichas de observación mediante el método de encuesta. Obteniendo como consecuencia que la optimización del ahorro del consumo de energía eléctrica, en base a la eficiencia energética, en las redes de baja tensión puede contribuir a la reducción de esta problemática mundial, lo que repercutirá favorablemente en el proceso educativo.

(Barboza, 2021), en su estudio "Optimización de la calidad del suministro mediante un análisis energético del sistema eléctrico" el cual tiene como iniciativa tiene como objetivo disminuir los costos asociados a la reposición del servicio eléctrico, el desgaste de los equipos de energía y el mantenimiento de las redes eléctricas. En primer lugar, un diagnóstico de las interrupciones más importantes de los alimentadores; a continuación, se reconoció el cálculo del flujo de energía del estado

actual del Sistema Eléctrico de Chota; y finalmente, se elaboró un informe del lado de baja y media tensión de los terminales, así como un resumen del sistema. Luego, sobre la base de los datos recopilados previamente, se procedió al cálculo y selección de los dispositivos de protección eléctrica para su implementación en la red existente, seguido de una comparación detallada entre el sistema eléctrico existente y la nueva implementación, en la que se determinó la viabilidad de dicho proyecto conservando las tolerancias de los indicadores de su calidad de suministro. La viabilidad del proyecto quedó demostrada por la evaluación económica de la nueva implantación, que arrojó una TIR superior a la tasa interna en un 17 por ciento y un VAN superior a cero, lo que permitió recuperar la inversión en 10 años e iniciar la generación de beneficios a favor de la empresa eléctrica solicitante.

(Sánchez, 2019), en su investigación “Disminución del descontento de los usuarios mediante una propuesta para acrecentar el suministro de energía con paneles solares” presentó una opción alternativa sugerida para la red eléctrica. La actividad se forma actualmente mediante el funcionamiento de una central térmica con dos generadores, que emplea una tecnología insostenible. Estas encuestas revelaron los motivos por los que el 54% de los encuestados afirmaron estar insatisfechos con el servicio actual, así como el grado de conocimiento de los encuestados sobre la energía solar a través de paneles solares y su aprobación de la idea, que superó el 90%. La energía solar es la solución más atractiva para comprimir la insatisfacción de los clientes, ya que es el sistema que superiormente se adapta a las características naturales de la región, como el grado de irradiación y la duración astronómica.

En el presente estudio se consideran como principales bases teóricas las que se mencionan a continuación:

El **Suministro de energía eléctrica**, se conceptualiza como un elemento predeterminado y beneficioso para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. En este método se incluyen diferentes artilugios para el control de los activos y la vida, la seguridad y la protección (Villate y García, 2017). La frecuencia de los cortes de energía y la duración de los mismos pueden utilizarse para regular el orden de incorporación de los abonados. Ambas variables están influidas por las iniciativas

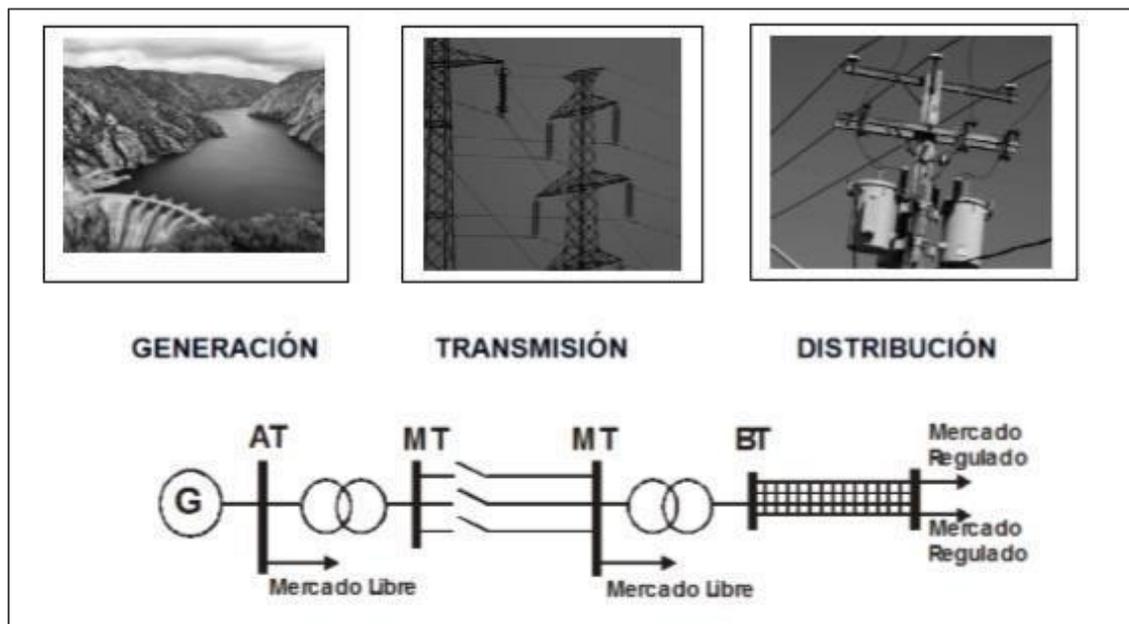
de inversión y sostenibilidad del concesionario. El objetivo de un sistema eléctrico es proporcionar a los clientes un suministro eléctrico consistente, adecuado, fiable, oportuno, de calidad y seguro (Mejía, 2019).

La eficiencia del suministro implica reducir la frecuencia y la duración de las interrupciones al mínimo. Se pueden utilizar indicadores de calidad de suministro individuales y sistémicos (OSINERGMIN, 2017).

Las instalaciones de generación, transmisión, distribución y utilización son ejemplos de equipos de suministros (MINEM, 2018).

Sistema de distribución de electricidad Se divide en tres etapas: la generación, en la que se crea la energía eléctrica por medio de centrales térmicas, hidráulicas, de gas y otras; el transporte, en el que la energía eléctrica se eleva a alta tensión (AT) para su transmisión a larga distancia; y la distribución, en la que la energía eléctrica se reduce a media tensión (MT) y está a 10 kV, 22,9 kV o 13,2 kV para suministrar energía en subestaciones de distribución eléctrica; y la distribución, en la que la energía eléctrica se reduce a baja tensión (BT) para alimentar subestaciones de distribución eléctrica.

Figura 1. *Etapas de sistema eléctrico.*



Nota. Ministerio de Energía y Minas (2017)

Como parte de las **Generalidades del suministro de energía eléctrica**, la cobertura eléctrica viene siendo un factor esencial para la población en general, pero lo es aún más para las poblaciones de bajos ingresos, ya que estos suelen ser lo más perjudicados en cuanto a los inconvenientes que se presentan, lo que definitivamente no garantiza un buen servicio de conexión (Cardona, 2020).

El Estado es responsable de garantizar las condiciones y la viabilidad del acceso universal al servicio eléctrico dentro del marco normativo y con niveles adecuados en el uso de las nuevas tecnologías, asimismo debe ser supervisado y controlado por sus gobernantes, quienes están obligados a intervenir para regular, organizar y controlar la prestación de dicho servicio.

El progreso económico y social nos permite mejorar los procesos de acceso al servicio de suministro de electricidad mediante mejoras técnicas, lo que requiere nuevos enfoques, normas de tarificación y tecnología. Es posible especificar que el medidor

de prepago ofrezca información sobre el consumo y la disponibilidad de crédito con sólo tener encendidos los aparatos eléctricos dentro de la residencia.

En el Perú, un estudio revela que el servicio de suministro eléctrico se viene aplicando bajo el sistema convencional post pago, lo que genera constantes incomodidades y reclamos por parte del usuario/cliente, respecto a cortes repentinos que se puedan presentar, o a demoras en la reconexión del servicio, así también en el costo elevado en la facturación u otras observaciones derivadas del mismo. Además, algunos clientes señalaron que el corte por falta de pago, les genera costos extras por reconexión e intereses por mora que establecen las normas peruanas. Los equipamientos de suministro comprenden las instalaciones de generación, transmisión, distribución y utilización (EL PERUANO, 2018).

Por su parte el **mejoramiento de Sistema de Distribución**, implica la implementación del plan de mejora del sistema para sostener la disponibilidad de energía eléctrica, así como para satisfacer las demandas existentes y futuras de los beneficiarios del servicio eléctrico en términos de calidad, cantidad y seguridad adecuada. El Código Nacional de Suministro de Electricidad 2011 de las centrales de abastecimiento destaca la necesidad de mantener todas las redes y equipos eléctricos para la protección de las personas y los daños materiales. (MINEM, 2018).

Mientras que, las **generalidades del sistema de distribución eléctrica**, en el territorio peruano la distribución de energía eléctrica en nuestro país es la base del crecimiento de la sociedad y sirve de barómetro del nivel de vida del país; el nivel de vida de la población se mide por el crecimiento de la sociedad. El sistema de la distribución eléctrica se basa en el giro de los electrones, porque está en un medio de transporte eléctrico donde presenta una resistencia mínima al desplazamiento de éstos, desde las subestaciones de transmisión hasta todos los usuarios finales (hogares, las grandes industrias, el sector público y el comercio).

El sistema de transporte de energía se basa en el hecho de que debe atravesar grandes distancias, utilizando elementos transformadores para ayudar a la distribución

de la electricidad. Las transformaciones de tensión se desarrollan para minimizar la intensidad de la corriente con el fin de escoger conductores de menor calibre, ya que es el mejor aliado para cubrir la demanda de todos los usuarios minimizando las pérdidas de energía.

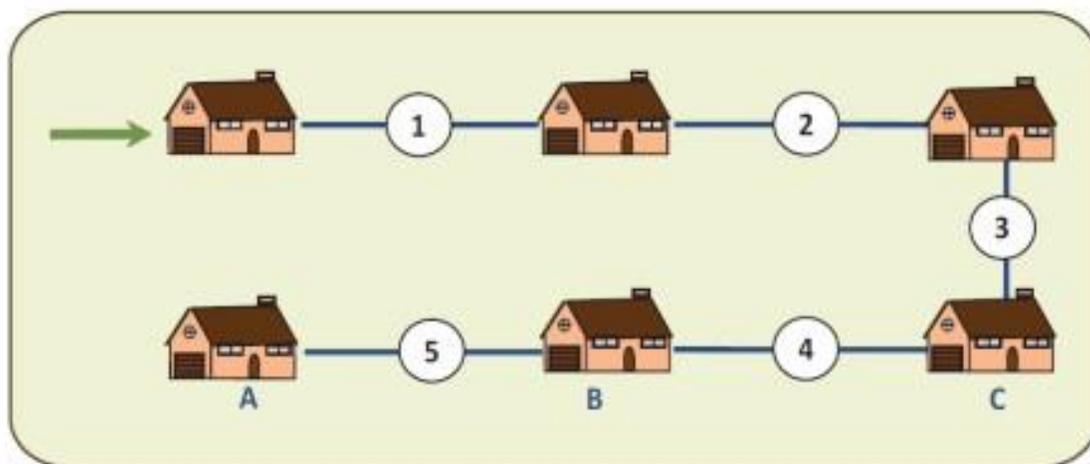
La **distribución eléctrica** se encarga de transportar la electricidad a partir del sistema de transmisión hasta usuarios finales del servicio eléctrico individualmente. La arquitectura de la red de distribución es crucial para lograr un equilibrio entre la seguridad del suministro (la capacidad de seguir funcionando a pesar de posibles fallos o averías en las instalaciones individuales) y la eficiencia (la capacidad de minimizar los costes) (Torres, 2019).

Dentro de la **topología de la red de distribución**, implica básicamente la manera como se organizan las redes de distribución eléctrica. Entre los sistemas más comunes se encuentran los siguientes (Torres, 2019):

Los **sistemas radiales** son un modelo de sistema en el que el suministro de energía a cada unidad de consumo se origina en un único punto, buscando la manera más rentable de conectar a todos los consumidores a la misma red de distribución.

Figura 2.

Sistema de distribución radial

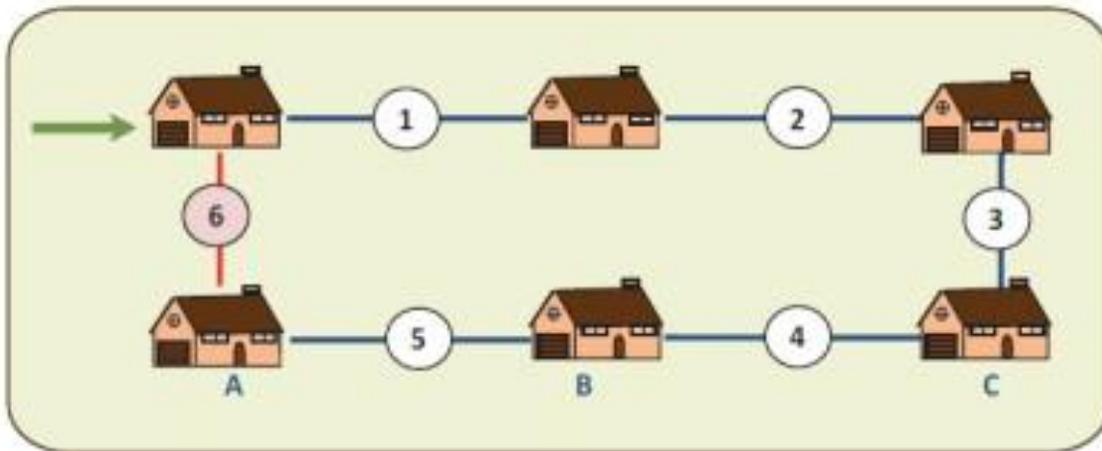


Nota. Adaptado de Análisis de las pérdidas de energía eléctrica. Torres (2019)

Los **Sistemas en anillo**, dicha clase de sistema la confiabilidad mejora “cerrando el circuito”; esto significa que se le agrega una conexión entre el primer y último usuario, respecto a la figura 2.

Figura 3.

Sistema de distribución en anillo



Nota. Adaptado de Análisis de las pérdidas de energía eléctrica. Torres (2019)

Los **sistemas enmallados**, en este tipo de sistema de red se presenta una mayor interconexión; por ende, existe un mayor grado de confiabilidad, y esto a su vez incrementa el costo. En la figura a continuación muestra como las líneas continuas y discontinuas forman anillos, asemejándose a una red o malla.

Mientras que, los **tipos de distribución eléctrica en el Perú**, depende del del país estudiado, la frontera entre las actividades de transmisión y distribución de energía, así como la forma en que se separan, difiere. En nuestra situación, la distribución es la siguiente: Las instalaciones del sistema de distribución en nuestro país pueden ser de media tensión o de baja tensión hasta 30 KV (eléctrica).

Por su parte, **la red de distribución de baja tensión**, son el tipo de redes que se encuentran usualmente de forma subterránea o aéreas y los lineamientos para su implementación están determinadas por las normas oficiales y vigentes de cada empresa (Granizo, 2019).

La inestabilidad de la tensión es un problema importante en las redes de distribución, y las caídas de tensión causadas por las pérdidas de energía pueden hacer que la tensión caiga por debajo de los niveles aceptables e impedir la transmisión de energía a la red. El objetivo principal de la red de distribución es garantizar el suministro de energía a los clientes (Abdullah et al., 2021).

La red eléctrica es una red de componentes eléctricos que incluye centrales eléctricas, subestaciones, líneas de transmisión, subtransmisión y líneas de distribución destinadas a generar, transmitir y distribuir energía eléctrica (Bayatloo y Bozorgi-Amiri, 2019).

La distribución más común es la subterránea; sin embargo, las aéreas solo se establecen en las zonas en las que la distribución subterránea es imposible o presenta muchos inconvenientes. Algunas de las ventajas de las redes aéreas son: Mantenimiento sencillo, localización más fácil e inmediata de fallos, costo más bajo y tiempos de reparación y construcción más cortos. Por otro lado, algunas de las ventajas de las redes subterráneas son: No se encuentran expuestas al vandalismo, más estéticas, puesto que no están a la vista, redes mucho más seguras y fiables.

De igual forma, el **mejoramiento del sistema de distribución**, intenta optimizar el sistema de distribución con el fin de conservar la disponibilidad de energía eléctrica, para así fortalecer la demanda actual y futura de los usuarios.

El **Circuito de baja tensión**, se refiere a los conductores o cables que se conectan eléctricamente a las barras y salen del tablero de distribución, formando un camino para que la energía eléctrica sea transportada a los usuarios finales, así como a la iluminación pública. La siguiente tabla especifica las tensiones estándar en un circuito de baja tensión.

Tabla 1.
Tensiones normalizadas en baja tensión

Sistema eléctrico (V)	Características Principales	
220	Trifásico, monofásico	Red con Neutro aislado
380 / 220	Trifásico	Red con Neutro a tierra múltiple, de 4 Conductores
440 / 220 ⁽¹⁾	Monofásico	Red con Neutro a tierra múltiple, de 3 Conductores

Nota: Norma DGE Conexiones eléctricas en B.T. en zonas de concesión de distribución. Osinergmin (2017)

Los **niveles de tensión** se clasifican según los valores ya establecidos en el código nacional de electricidad de suministro, los mismos se describen a continuación:

Figura 4. Niveles de tensión.

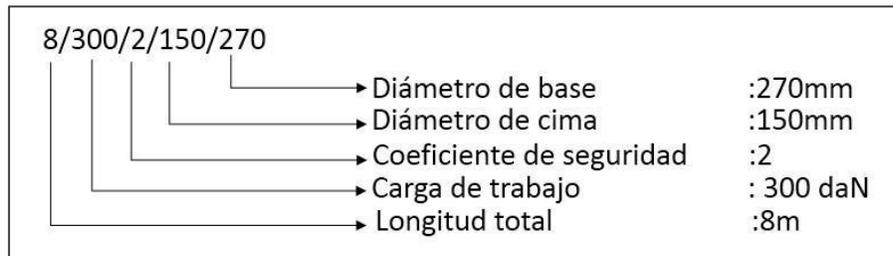
Nota: Ministerio de Energía y Minas (2011, pág. 5)

La **Clasificación de los postes**, Los postes se clasifican de acuerdo a dos criterios (Granizo, 2019): Según el material del que estén hechos y según su función dentro de las líneas eléctricas. Dentro de la clasificación según su material: **Metálicos**, estos suelen estar constituidos por material laminado de acero, unidos mediante tornillos o soldadura, lo que hace más fácil su transporte. Aquí se encuentra el poste de presilla, el cual está formado por dos tramos unidos mediante tornillos, y los postes de celosía, los cuales no se suelen utilizar en baja tensión, ya que estos están formados por barras rectas y unidas, formando triángulos tridimensionales, adoptando una forma de celosía. **De hormigón**, entre estos encontramos el armado, el cual es más común en distribuciones de baja tensión ya que cuentan con una vida útil limitada y escaso mantenimiento; también se encuentra el armado vibrado, este proceso trata en someter a la mezcla a un movimiento vibratoria de alta frecuencia, una vez ya en los moldes, de manera que así se evitan vacíos y esto hace más compacta la estructura. Por otro lado, está el armado centrifugado, el cual consiste en someter al molde con la mezcla a un movimiento giratorio, para hacer el resultado más compacto, y por último está el armado pretensado, el cual consiste en someter a los postes ya terminados a movimientos intencionados de compresión, siendo esto más usados en redes de telecomunicaciones y eléctricas. **De madera**, suelen ser los más económicos y fáciles de instalar; además de que presentan buena flexibilidad, facilita el montaje y la opción de reutilización en caso de que se presente un desmontaje. Dentro de este tipo también

se encuentran los postes de alineación, los cuales solo se utilizan en tramos rectos; están también los postes de ángulo, los cuales se utilizan para cambios de dirección; los postes de fin de línea, son los que se utilizan en el origen y fin de una línea, y los postes de estrellamiento, son aquellos que se usan para derivaciones de la línea principal.

Los **postes de concreto para baja tensión**, **estos** son de forma vertical, los cuales funcionan como apoyo y generalmente se utilizan para el tendido de conductores eléctricos. Existen diferentes tipos de postes de concreto y estos son utilizados de acuerdo al esfuerzo al que serán sometidos.

Figura 5.
Medidas de un poste de concreto para baja tensión



Nota: Adaptado de análisis, evaluación de la red de distribución. Granizo (2019).

El **Cálculo de Máxima Demanda**, de acuerdo con el código eléctrico nacional y las bases legales, se utilizará la calificación eléctrica tipo II para calcular la demanda máxima. Para cada usuario se considerarán 400 W por lote, con un factor de simultaneidad de 0,5, y para las cargas especiales se calculará en base a las cargas existentes de cada usuario (MINISTERIO DE ENERGÍAS Y MINAS , 2017).

Cargas Domiciliarias (MDCD):

$$MD_{CD} = W_{LOTE} \times N_{LOTE} \times f : s \quad : \dots\dots\dots(01)$$

Donde:

W_{LOTE} : Calificación eléctrica (400W/Lote)

N_{LOTE} : Número de lotes

f.s: Factor de simultaneidad (0,5)

Cargas Especiales (MDCE):

Con un factor de simultaneidad de 1,0, la potencia eléctrica de las cargas especiales se ha calculado como se indica en la tabla de demanda de potencia máxima. (MINISTERIO DE ENERGÍAS Y MINAS , 2017).

$$MD_{CE} = \sum N_{CE} f.s. \dots\dots\dots (02)$$

Dónde:

NCE: Número de Cargas Especiales

f.s.: Factor de Simultaneidad

La Máxima Demanda para el servicio particular será:

$$MD_{SP} = MD_{CD} + MD_{CE} \dots\dots\dots(03)$$

La calidad de la energía viene determinada principalmente por la pérdida de potencia del sistema de distribución y la estabilidad de la tensión. Estas variables también dependen de una serie de condiciones intermedias, como la extensión del sistema de distribución. La eliminación de las pérdidas de energía en el sistema de distribución suele ser un éxito notable en el funcionamiento de los sistemas eléctricos, lo que supone un logro importante (Muqthiar et al., 2021).

Alumbrado Público (MDAP)

Con un factor de simultaneidad de 1,0, se preveía el uso de una lámpara de vapor de sodio de 70 W para el alumbrado público, además de las pérdidas en los equipos auxiliares internos de 10 W. (MINISTERIO DE ENERGÍAS Y MINAS , 2017).

$$\text{CMAP} = \text{KALP} \times \text{NU}$$

.....(04)

Donde:

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh

KALP: Factor de AP en kWh/usuario-mes (6.3)

NU: Número de Usuarios de la localidad

Los **medidores de energía**, son dispositivos que se instalan en las casas para hacer un seguimiento del consumo de energía y demanda en kWh y kW. Dependiendo del tipo de contador, las bobinas del voltímetro y del amperímetro generan pérdidas de energía eléctrica. Dependiendo del tipo de tarifa elegida por el usuario o del tipo de conexión de servicio donde se encuentren, los contadores pueden ser monofásicos de dos o tres hilos, o trifásicos de tres o cuatro hilos.

El contador eléctrico, también conocido como medidor de electricidad, forma una barrera entre cada una de las conexiones internas de los usuarios del servicio eléctrico y la conexión del servicio. Sirve para calcular la cantidad de energía que consume una persona en un tiempo determinado.

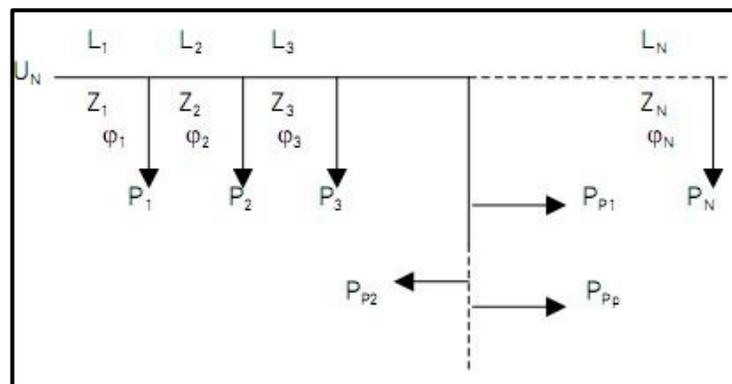
La instalación del contador es responsabilidad de la empresa distribuidora, según el artículo 163 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas, la empresa

distribuidora es responsable de la instalación y mantenimiento del contador, mientras que el usuario debe pagar una cantidad mensual en su factura de electricidad que cubra los costes de mantenimiento, además del coste del contador en cuotas mensuales durante la vida útil del mismo. La vida útil del contador se estima en treinta años. En el caso de que el contador sea robado, el usuario es responsable de los gastos de sustitución del contador (Granizo, 2019).

La variación de la tensión, la corriente y la frecuencia en un sistema eléctrico se denomina **calidad de la energía**. Puede describirse como la inexistencia de interrupciones, de sobretensiones y de deformaciones causadas por los armónicos en la red, así como de fluctuaciones en la tensión RMS (tensión efectiva) suministrada al usuario (Castaño, 2017).

La **caída de tensión**, en un sistema de distribución, se representa mediante los cálculos de regulación de la caída de tensión se harán para un segmento de línea, siendo la caída de tensión global la suma de las caídas en cada uno de los segmentos intermedios.

Figura 6.
Diagrama caída de Tensión



Nota: Adaptado de Redes de Distribución de Energía Castaño (2017)

La caída de tensión se calcula mediante el método del momento eléctrico. La proporción de la disminución de la tensión se proporciona a continuación:

Dónde:

Kv: Constante de Regulación

P: Potencia a transportar

(kW) L: Longitud de la línea (km)

El conductor debe tener una caída de tensión total o una caída de tensión en el extremo del sistema de distribución que sea inferior o igual a los siguientes límites:

- 13,2 kv: 5% de la Tensión Nominal.
- 34,5 kv: 10% de la Tensión Nominal.

Diferentes topologías de estructuras, niveles de tensión, conductores estándar y factores de potencia influirán en la constante de regulación. El diseño de la red aérea de media tensión incluye tablas para modificar la constante de regulación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación: aplicada

El tipo de estudio es aplicado, ya que la investigación implica la aplicación de fundamentos teóricos y técnicas para resolver un problema concreto; asimismo, se utilizaron teorías ya existentes.

Sumando, la presente investigación es de enfoque cuantitativo, dado que los resultados de esta investigación se expresan en cifras numéricas, además que se contará con pruebas de hipótesis la cual resolverá atreves de procesos de cálculos.

Mientras que un diseño no experimental implica la aplicación de variables sin alterarlas, este estudio utilizó un diseño no experimental porque no se manipularon las variables de la investigación.

Variables y operacionalización

Variable Independiente

Sistema de distribución

Variable Dependiente

Calidad de energía eléctrica

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	Un sistema de distribución consiste en el enrutamiento de la red entre subestaciones y usuarios.	El sistema de distribución permitirá abastecer el servicio de energía a todo cerro colorado mediante la red en bt.	- SED - REDES EN BT
CALIDAD DE SUMINISTRO	La calidad del suministro implica cumplir con los estándares mínimos de nivel de interrupciones tanto en duración, así como frecuencia	La calidad de suministro permite realizar las mejoras socioeconómicas en cerro colorado.	- Frecuencia promedio de las interrupciones por usuarios - Duración promedio de las interrupciones por usuario del sistema eléctrico

3.2. Población, muestra, muestreo.

Población: Esta comprendida a 23 familias que serán suministrada de energía eléctrica alimentada de un transformador **D-127** la cual cubrir la demanda que se encuentran ubicadas en la asociación de cerro colorado.

Muestra: Se toma como muestra el total de la población, es decir las 23 familias, debido a la poca cantidad de esta.

Muestreo: Para el estudio se utiliza un muestreo no probabilístico por conveniencia; por ende, la muestra del estudio está compuesta por la totalidad de la población.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este trabajo de tesis, la técnica que se empleo fue de análisis documental y observación.

El análisis documental consta de una solicitud la cual fue proporcionada por los integrantes de dicha asociación hacia la empresa concesionara. Se tomó en cuenta datos de estructuras existentes, datos de titulares de viviendas con déficit de suministro eléctrico, estimación de demanda requerida por las viviendas; todos estos datos se tomaron en campo por medio de fichas y fotografías de infraestructuras.

La técnica de observación consiste en una observación de la red existente y mediante una ficha de elaboración propia para determina el estado actual de esta estructura y la calidad del suministro eléctrico

Instrumentos:

Se tomó **fichas de datos** de titulares de vivienda donde se determina la cantidad total de usuarios para el suministro eléctrico y en su posterior estimar la demanda total requerida

Se utilizará un **multímetro** el cual determinará el voltaje suministrado a cada vivienda y si este a su vez cumple con los parámetros permitidos por la norma en los niveles de tensión.

Ficha de revisión documental, en el cual se registran datos o información importante de documentos históricos para conocer la situación o contexto actual.

Ficha de observación, en el cual se plasman lo observado durante la visita a campo.

3.4. Procedimiento

En el estudio se empezará por la recolección de datos por los titulares de viviendas de la asociación de cerro colorado

Se realizará una ficha donde se tomará datos mediante la observación e instrumentos para determinar el estado de estructuras existente y a la calidad de energía eléctrica que existe en la actualidad

Luego de la recolección de datos se empezará a desarrollar los cálculos y dimensionamiento de materiales y herramientas para poder optimizar el suministro eléctrico en la asociación cerro colorado

3.5. Método de análisis de datos

Para la recolección de datos se ha utilizado una ficha documentaria en formato Excel la cual nos permite registrar los datos de los usuarios y haciendo comentarios del estado actual de las estructuras existentes, también la recolección de datos se realizará por medio de herramientas eléctricas “multímetro”, mediante estos datos recolectados se evaluará el estado actual de la energía eléctrica

3.6. Aspectos éticos

En el presente proyecto de tesis se considera aspecto ético como el principio de beneficencia, dado que con la presente se busca generar un aporte que sirva para la solución de la problemática advertida. El principio de justicia pues los alcances académicos que deriven del presente podrán ser consultados de manera equitativa por todo el público que busque informarse sobre los temas estudiado.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de la situación actual

En base a estudios realizados por la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto a través de la Sub Gerencia de Estudios de Inversión, se puede decir que la asociación de cerro colorado en Moquegua, presenta un baja calidad de suministro eléctrico debido a que los niveles de tensión no cumplen con la norma de 220 v para uso doméstico (con un margen de error +- 5%) el cual se da principalmente por la distancia ocasionando que los hogares solo estén suministrados con 180 v, el cual es considerado un suministro eléctrico de mala calidad.

4.1.1. Ubicación geográfica del proyecto

El sitio del proyecto está situado en el distrito de Moquegua - Provincia de Mariscal Nieto, Moquegua.

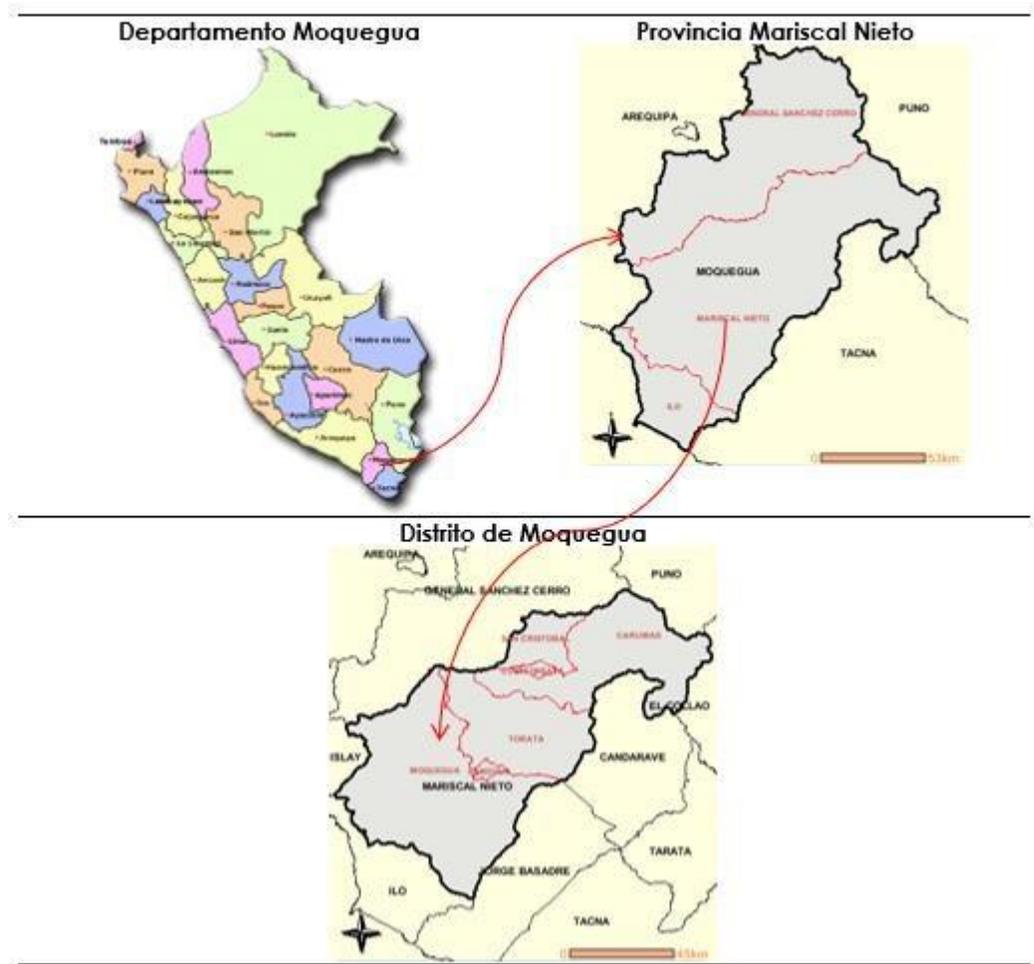
Tabla 2.

Coordenadas de la localidad de Cerro Colorado

Cuadro de Coordenadas WGS 84 UTM - 19S			
SECTOR	NORTE	ESTE	COTA
cerro colorado	8098179.54	292139.26	1347.50
Yaravico	8097225.74	291078.64	1280.00
Altillo Alto	8095838.16	290179.27	1257.50
Altillo Bajo	8095223.51	289813.94	1245.00
Los Chamos	8085846.84	288694.82	1044.00
Florestación San Antonio	8095306.21	293141.30	1475.00
28 de Julio	8095434.94	293770.71	1500.00
Los Pinos	8095787.52	294533.71	1540.00
Dos Quebradas	8095952.66	295003.91	1560.00
Las Piedritas	8095261.03	293443.04	1490.00
Oasis	8094834.92	294184.71	1525.00
La Perla	8095119.47	295243.62	1575.00

Nota. Obtenido del Equipo consultor

Figura 7.
Ubicación geográfica



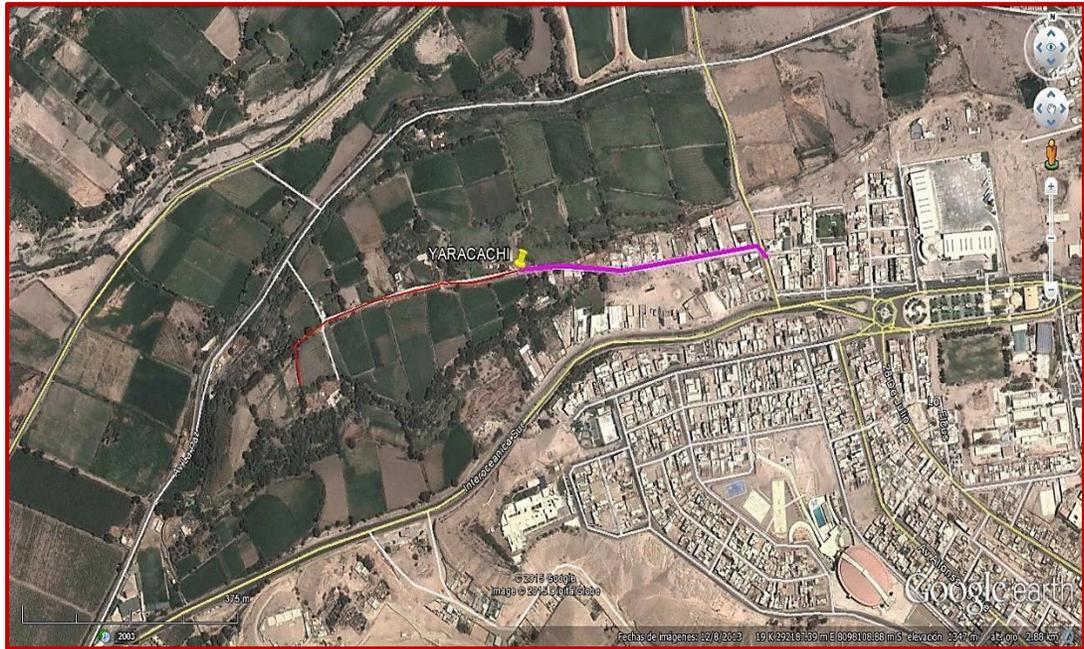
Nota. Obtenido del Equipo consultor

4.2. Ruta eléctrica

Para la determinación de la ruta eléctrica se tomó en cuenta el camino que llega a la asociación, el cual es accesible y adecuado sin invadir propiedades privadas, por ende, el sector Cerro Colorado se considera como el más adecuado para el desarrollo del proyecto. El transformador se encuentra en el centro de la ruta suministrando electricidad en 361 m y de 267 m en ambos lados.

Figura 8.

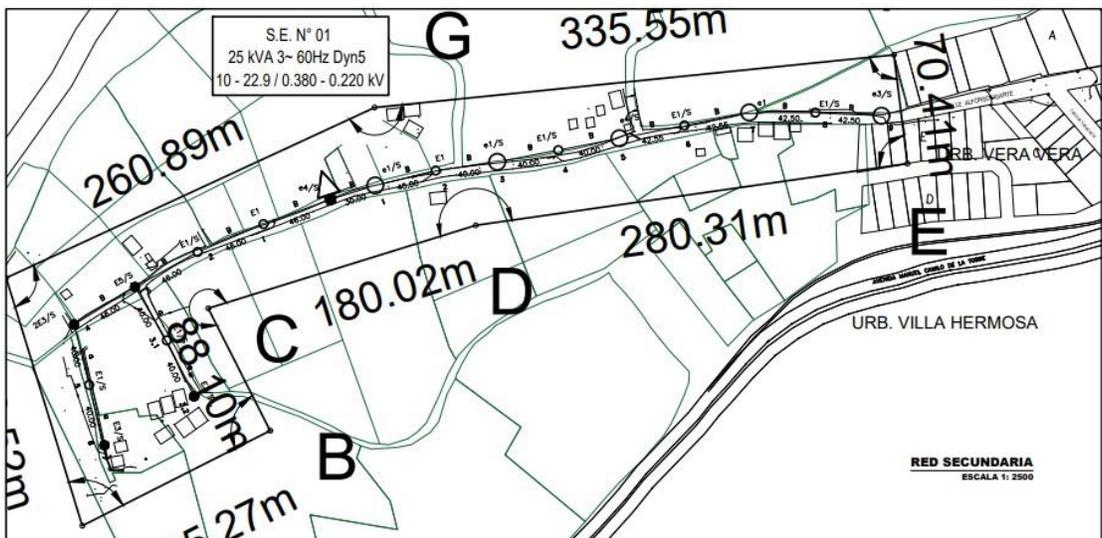
Zona a intervenir Sector Cerro Colorado



Nota. Obtenido del Equipo consultor

Figura 9.

Ruta Eléctrica



Nota. Obtenido del Equipo consultor

4.3. Potencia necesaria

Se determinó que la máxima demanda de la asociación Cerro Colorado fue de 19.04 kw considerando a la subestación S. E. N° 1 Cerro Colorado con una potencia de 25Kv, suministrando electricidad en 361 m y de 267 m para ambos lados.

Tabla 3.

Potencia necesaria de abastecimiento

CARGAS A ALIMENTAR S. E. N° 1 CERRO COLORADO					
TIPO DE CARGA	CANTIDAD DE VIVIENDA	CARGA KW	POT. INSTALADA KW	F.S.	MAX. DEMANDA KW
DOMESTICO	28	0.90	25.20	0.5	12.6
CARGA ESPECIAL	2	1.50	3.00	1	3.00
RESERVA	1	3.00	3.00	1	3.00
ALUMBRADO PUBLICO	7	0.06	0.44	1	0.44
SUB TOTAL (kW)			31.64		19.04

Nota. Elaboración propia

4.4. Evaluación de cálculos mecánicos y eléctricos

4.4.1. Cargas de servicio particular

La clasificación eléctrica se deriva del Estudio del Mercado Eléctrico, que divide la demanda de los abonados residenciales por su potencia (kW), eligiendo las sucesivas clasificaciones eléctricas por tipo de localidad para el diseño de las redes secundarias:

Localidades Tipo: Calificación eléctrica por lote de 900 W/lote.

Cargas de uso general, como colegios, escuelas, centros de salud, puestos médicos, edificios sociales, capillas e iglesias, etc.

0,5 es el factor de simultaneidad para las cargas privadas o domésticas.

4.4.2. Cargas de Alumbrado Publico

Se ha tenido en cuenta la utilización de lámparas de vapor de sodio de 50 W para el alumbrado público, así como las pérdidas de 10,0 W de los equipos auxiliares.

Tabla 4.

Cargas de la lámpara de alumbrado público

Tipo de Lámpara	Potencia (Watts)	Pérdidas (Watts)	Total (Watts)
Vapor de Sodio	50	10	60

Nota. Elaboración propia

La determinación del número de puntos de iluminación se ha realizado de acuerdo con las exigencias de la norma técnica DGE RD 017-2003-EM "Alumbrado de Caminos Públicos en Zonas Rurales", con el siguiente procedimiento:

- a) Para calcular el consumo mensual de energía del alumbrado público se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{CMAP} = \text{KALP} \times \text{UN}$$

Donde:

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh

KALP: Factor de AP en kWh/usuario-mes

NU: Número de usuarios de la localidad

Tabla 5.

Consumo de energía mensual por alumbrado público

Sector Típico	Factor KALP
3	11

Nota. Elaboración propia

- b) La cantidad de puntos de iluminación se establece teniendo en cuenta la potencia media de las lámparas de AP y las horas mensuales de servicio del alumbrado público (NHMAP).

$$PI = (CMAP \times 1000) / (NHMAP \times PPL)$$

Donde:

PI: Puntos de Iluminación

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh

NHMAP: Número de horas mensuales del servicio de alumbrado público (horas/mes)

PPL: Potencia nominal promedio de lámpara de AP en Watt.

El número de puntos de iluminación (PI) debe redondearse al número entero más cercano si es un decimal.

- c) Las horas mensuales de servicio del alumbrado público (NHMAP) se basarán en el control de encendido y apagado:

Tabla 6.

Número de horas mensuales del servicio de alumbrado público

Tipo de control	NHMAP (horas/mes)
Célula fotoeléctrica	360
Horario	Nº de horas diarias programadas multiplicadas por 30

Nota. Elaboración propia

La potencia nominal media de la lámpara AP consiste en la potencia nominal de la lámpara además de la potencia nominal de sus accesorios de encendido.

La ubicación de los sitios de alumbrado tendrá en cuenta las particularidades de las regiones a alumbrar en el siguiente orden de prioridad:

- I. Plaza principal o centro comunal

- II. Vía pública teniendo en consideración el perímetro de las plazas principales
- III. Principales vías públicas
- IV. Áreas restantes de la localidad

Entonces:

Tabla 7.
Cuadro resumen cargas de Alumbrado Publico

Nº de Usuarios	KALP	CMAP (KWh)	PPL (W)	PI	Ptos. Ilumin.
5	11	55	60	2.55	2
15	11	165	60	7.64	7
25	11	275	60	12.73	12

Nota. Elaboración propia

4.4.3. Cálculos eléctricos

PARÁMETROS ELÉCTRICOS

A continuación, se calculan los parámetros eléctricos:

Resistencia Eléctrica del Conductor

Se utiliza la siguiente fórmula para determinar la resistencia eléctrica del conductor:

$$R_{40^{\circ} C} = R_{20^{\circ} C} [1 + \alpha (T_2 - 20)]$$

Dónde:

R 40° C: resistencia eléctrica del conductor a 40° C

R 20° C: resistencia eléctrica del conductor a 20°C

α : Coeficiente de corrección de temperatura 1/°C: 0,0036

T2: 40° C

A continuación, las resistencias eléctricas de los conductores de fase y de carga se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8.*Resistencias eléctricas de los conductores de fase y del portante*

FORMACION	CONDUCTOR DE FASE			CONDUCTOR ADICIONAL (ALUMBRADO)		
	RESISTENCIA OHMICA Rcc 20°C	ESPESOR AISLAMIENTO	CAPACIDAD CORRIENTE	RESISTENCIA OHMICA Rcc 20°C	ESPESOR AISLAMIENTO	CAPACIDAD CORRIENTE
	Nº x mm2	Ohm/Km	mm	A°	Ohm/Km	mm
1 x 16 + N25	1.91	1.15	85			
1 x 25 + N25	1.2	1.15	114			
3 x 16 + 1 x 16 + N25	1.91	1.15	85	1.91	1.15	85
3 x 25 + 1 x 16 + N25	1.2	1.15	114	1.91	1.15	85
3 x 35 + 1 x 16 + N25	0.868	1.15	141	1.91	1.15	85
3 x 50 + 1 x 16 + N35	0.641	1.53	171	1.91	1.15	85
3 x 70 + 1 x 16 + N50	0.443	1.53	215	1.91	1.15	85
3 x 95 + 1 x 16 + N70	0.32	1.53	265	1.91	1.15	85
3 x 120 + 1 x 16 + N70	0.253	2.04	305	1.91	1.15	85

Nota. Obtenido del equipo consultor

Reactancia Inductiva

En este apartado En este apartado se procede a calcular las reactancias de los conductores, que se basarán en el número de hilos conductores, el número de fases, las distancias de separación existentes entre los conductores y la sección de los mismos, tal y como se muestra en la tabla anterior.

$$x = 0.1746 \log \frac{DMG}{RMG}$$

Dónde:

DMG: Distancia media geométrica

RMG: Radio medio geométrico

CAIDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se calcula mediante una aplicación informática (DIREDCAD) que contiene una base de datos de conductores para varios tipos de sistemas. En los diagramas de este estudio se representan los diagramas de carga de la caída de tensión de las redes de distribución secundaria por localidad, tanto para los servicios de alumbrado privado como para los de alumbrado público.

A continuación se presenta el algoritmo para estimar la caída de tensión en las redes aéreas:

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3}$$

Dónde:

I = Corriente que recorre el circuito, en Amperes

L = Longitud del tramo, en metros

K = Factor de caída de tensión

Para circuitos trifásicos $K = \sqrt{3}(r_1 \cos(\phi) + x_1 \text{sen}(\phi))$

Para circuitos monofásicos $K = 2(r_2 \cos(\phi) + x_2 \text{sen}(\phi))$

Máxima caída de tensión

Según la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la caída de tensión máxima admisible en el punto de distribución al usuario final en zonas urbanas no debe superar el 5% de la tensión nominal (NTCSE). En consecuencia, se está evaluando un valor máximo del 4,2% en el poste terminal más lejano de la red, con el fin de proporcionar un amortiguador del 0,8% para la caída de tensión en la conexión del servicio del usuario más lejano.

Estos serán los valores límite para el diseño:

- 15.96 V, en el sistema trifásico 380/220 V
- 9.24 V, en el sistema monofásico 220 V

Factor de potencia (Cos)

Los valores de factor de potencia utilizados son los siguientes:

- Para cargas de servicio particular: 1,00
- Para cargas de alumbrado público: 0,90

Factor de simultaneidad

Cargas de servicio particular: 0,60

Cargas de alumbrado público: 1,00

Tabla 9.

Cálculo caída de tensión

CALCULO DE CÁIDA DE TENSIÓN

SECTOR : YARACACHI

SE N° :	SISTEMA :	Pot.Nominal(KVA)	Pot.Entregada(KVA)	PÉRDIDAS SE (W):
1	3F:380/220	25	15.64	168.7
CIRCUITO N°	TRAMO:	Pot.Cargas Tramo (KW)	Perdidas Tramo (W):	
C-2	R_2	8.8	148.98	

W/Lote :	900
FS (SP) :	0.5
FS (AP) :	1
Cos f (SP) :	0.9
Cos f (AP) :	0.9

CONFIGURACIÓN				SERVICIO PARTICULAR						ALUMBRADO PÚBLICO					
Soporte N°	Tipo Conductor	Long. (m)	N° de Lotes	Pot. C.E. (KW)	Pot. SP (KW)	Pot. Total (KW)	I. Nodo (A)	Delta V. (V)	% Caída -	N° Luminarias (u)	Pot. Nodo (KW)	Pot. TOTAL (KW)	I (AP) (A)	Caída Nodo (V)	% Caída -
1	B	34.5	3	0	1.35	8.55	14.43	1.07	0.3	0	0	0.25	1.26	0.15	0.07
2	B	34.5	0	0	0	7.2	12.19	0.9	0.54	1	0.06	0.25	1.26	0.15	0.14
3	B	34.5	0	0	0	7.2	12.19	0.9	0.77	0	0	0.19	0.95	0.11	0.19
4	B	34.5	4	0	1.8	7.2	12.19	0.9	1.01	1	0.06	0.19	0.95	0.11	0.23
5	B	34.5	0	0	0	5.4	9.21	0.68	1.19	0	0	0.13	0.63	0.07	0.27
6	B	34.5	1	0	0.45	5.4	9.21	0.68	1.37	0	0	0.13	0.63	0.07	0.3
7	B	34	0	0	0	4.95	8.47	0.62	1.53	1	0.06	0.13	0.63	0.07	0.33
8	B	34	0	0	0	4.95	8.47	0.62	1.7	0	0	0.06	0.32	0.04	0.35
9	B	34	0	0	0	4.95	8.47	0.62	1.86	0	0	0.06	0.32	0.04	0.37
10	B	34	2	0	0.9	4.95	8.47	0.62	2.02	1	0.06	0.06	0.32	0.04	0.38
11	B	45	1	0	0.45	1.35	2.33	0.22	2.08	0	0	0	0	0	0.38
12	a	40	0	0	0	0.9	1.55	0.21	2.14	0	0	0	0	0	0.38
13	a	40	2	0	0.9	0.9	1.55	0.21	2.19	0	0	0	0	0	0.38
10,1	a	35	0	0	0	2.7	4.65	0.55	2.17	0	0	0	0	0	0.38
10,2	a	35	6	0	2.7	2.7	4.65	0.55	2.31	0	0	0	0	0	0.38

Nota. Elaboración propia

4.4.4. Criterios considerados en los diseños de RS

En esta sección se explican los factores utilizados para la optimización del diseño de la red secundaria:

En todos los campos agrícolas se emplearán postes de hormigón de 8m/200daN y 8m/300daN. Se utilizarán postes de hormigón de 9/300daN en los cruces de avenidas del proyecto.

Para los tramos flojos, se considerará una longitud máxima de 40 metros.

Deben considerarse conexiones cortas de 20 metros y largas de 30 metros.

El alumbrado de la Asociación de Viviendas y Avenidas será de 50 vatios cada uno.

En el reparto de las estructuras se ha tenido en cuenta el menor número posible de cortes de conductores para agilizar su montaje.

4.4.5. Resistencia de puesta a tierra

Respecto a las redes secundarias, la norma DGE especifica una resistencia de neutro a tierra de 10Ω para todas las tomas de tierra de BT vinculadas, incluida la primera toma de tierra de BT de la subestación. Esto asegura que la tensión fase-neutro no debe superar los 250 V en caso de fallo de tierra en una de las fases (desplazamiento del neutro).

Teniendo en cuenta lo anterior, el sistema a utilizar será del tipo PAT-1, y se ubicará en las estructuras finales de las redes secundarias.

El sistema de puesta a tierra PAT-1 se compone de una varilla de cobre suave de 19 mm de diámetro y 2,4 m de longitud, un conductor de cobre recocido de 25 mm² y conectores. Este sistema se colocará en una arqueta de 0,7 m x 2,8 m de profundidad, con un espacio horizontal de 1,5 m entre el poste y la varilla.

La resistencia de puesta a tierra de esta configuración se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R_{PAT-1} \equiv \frac{\rho_a}{2 * \pi * l} Ln \left[\frac{4 * l}{1,36 * d} * \frac{(2 * H + l)}{(4 * H + l)} \right]$$

Dónde:

ρ_a = Resistividad eléctrica aparente del terreno (ohm-m)

l = Longitud de la (2,4 m)

d = Diámetro de la varilla (19 mm)

H = Profundidad de enterramiento (0,3 m)

El resultado es:

$$R_{PAT-1} \equiv 0,380 * \rho_a$$

4.4.6. Cálculos mecánicos

Distancias mínimas de seguridad

Considerando lo establecido en el Código Nacional de Electricidad (suministro 2011), las distancias mínimas del conductor a la superficie de tierra serán las siguientes:

Cuando los cables o conductores eléctricos crucen o sobresalgan a:

Calles y avenidas en las que predomine el tráfico de camiones en 6,5 m.

Calles, carreteras y otros lugares con tráfico de camiones en 5,5 m.

Calzadas, aparcamientos y callejones en 5,5 m (15 pies)

Otros terrenos transitados por automóviles, incluyendo campos, pastos, bosques, huertos, prados, bosques, huertos, etc. En 5,5 m.

Espacios y caminos peatonales o regiones inaccesibles al tráfico motorizado en 4,0 m.

Calles y caminos vecinales rurales en 5,5 m

Cuando hay cables o conductores paralelos:

Calles y avenidas: 5,5 m

Carreteras, calles o callejones: 5,0 m

Espacios y vías peatonales o regiones no accesibles a los automóviles: 4,0 m

Calles y caminos vecinales rurales: 4,5 m

Teniendo en cuenta estas distancias de seguridad, los vanos máximos se calcularon en función del tipo de conductor empleado.

Calculo mecánico de conductores

El objetivo de los cálculos mecánicos es determinar las tensiones y deformaciones en diversas circunstancias de funcionamiento.

Las principales propiedades de los conductores autoportantes utilizados son las que se indican a continuación:

Tabla 10.

Características de los conductores Autoportantes

FORMACION	CONDUCTOR DE FASE			CONDUCTOR ADICIONAL (ALUMBRADO)		
	RESISTENCIA OHMICA Rcc 20°C	ESPEJOR AISLAMIENTO	CAPACIDAD CORRIENTE	RESISTENCIA OHMICA Rcc 20°C	ESPEJOR AISLAMIENTO	CAPACIDAD CORRIENTE
N° x mm2	Ohm/Km	mm	A*	Ohm/Km	mm	A*
1 x 16 + N25	1.91	1.15	85			
1 x 25 + N25	1.2	1.15	114			
3 x 16 + 1 x 16 + N25	1.91	1.15	85	1.91	1.15	85
3 x 25 + 1 x 16 + N25	1.2	1.15	114	1.91	1.15	85
3 x 35 + 1 x 16 + N25	0.868	1.15	141	1.91	1.15	85
3 x 50 + 1 x 16 + N35	0.641	1.53	171	1.91	1.15	85
3 x 70 + 1 x 16 + N50	0.443	1.53	215	1.91	1.15	85
3 x 95 + 1 x 16 + N70	0.32	1.53	265	1.91	1.15	85
3 x 120 + 1 x 16 + N70	0.253	2.04	305	1.91	1.15	85

Nota. Elaboración propia

Tabla 11.

Características Técnicas de conductores

CALIBRE	Nº HILOS	ESPEORES		DIMENSIONES		PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm ²		mm	mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
3 - 1 x 6	1	1	1.4	7.8	23.2	324	72	54	58
3 - 1 x 10	1	1	1.4	8.6	25.7	455	95	74	77
3 - 1 x 16	7	1	1.4	9.8	29.1	672	127	100	102
3 - 1 x 25	7	1.2	1.4	11.4	33.9	992	163	131	132
3 - 1 x 35	7	1.2	1.4	12.4	37.1	1298	195	161	157
3 - 1 x 50	19	1.4	1.4	14.1	42	1707	230	196	186
3 - 1 x 70	19	1.4	1.4	15.7	46.8	2339	282	250	222
3 - 1 x 95	19	1.6	1.5	18.2	54.3	3209	336	306	265
3 - 1 x 120	37	1.6	1.5	19.9	59.5	3975	382	356	301
3 - 1 x 150	37	1.8	1.6	21.7	64.9	4836	428	408	338
3 - 1 x 185	37	2	1.7	24.1	72	6027	483	470	367
3 - 1 x 240	37	2.2	1.8	27	80.8	7825	561	562	426
3 - 1 x 300	37	2.4	1.9	29.8	89.3	9736	632	646	480
3 - 1 x 400	61	2.6	2	33.2	99.4	12336	730	790	555
3 - 1 x 500	61	2.8	2.1	36.9	110.4	15590	823	895	567

SECCION	Nº HILOS	ESPEORES		DIAMETRO PREVISTO	PESO PREVISTO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm ²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
1 x 6	7	1	1.4	7.9	112	72	54	58
1 x 10	1	1	1.4	8.5	150	95	74	77
1 x 16	7	1	1.4	9.7	222	127	100	102
1 x 25	7	1.2	1.4	11.3	330	163	131	132
1 x 35	7	1.2	1.4	12.3	431	195	161	157
1 x 50	19	1.4	1.4	13.9	568	230	196	186

Consideraciones

La única parte que soporta el conductor es el neutro, y absorberá todos los esfuerzos mecánicos del cable.

La temperatura y la altura (1600 m.s.l.), etc., se utilizaron para construir una única zona para los cálculos mecánicos.

Además, se aplicó un EDS del 18% a la distribución de las estructuras de la red secundaria y a los tramos flojos 7%.

Esfuerzos mecánicos en el conductor portante

La tensión del conductor de carga de aleación de aluminio será siempre de 52,3 N/mm², es decir, aproximadamente el 18% de la tensión de rotura.

Para el cálculo del conductor en un tramo suelto, se ha tenido en cuenta una tensión de 19,5 N/mm², que es aproximadamente el 7 % de la tensión de rotura del conductor.

4.4.7. Cálculo mecánico de estructuras y retenidas

El objetivo de dichos cálculos es establecer las cargas mecánicas sobre los postes, los cables tensores y sus accesorios para que, en las situaciones más extremas, como la temperatura mínima y la velocidad máxima del viento, se eviten los esfuerzos máximos del Código Eléctrico Nacional.

Factores de seguridad

En condiciones típicas, los factores de seguridad con respecto a la carga de rotura son los presentados a continuación:

Postes de concreto: 2

Cables de retenida: 2

Accesorios de ferretería: 2

Los cálculos no se realizarán en condiciones de emergencia, como la rotura de un conductor.

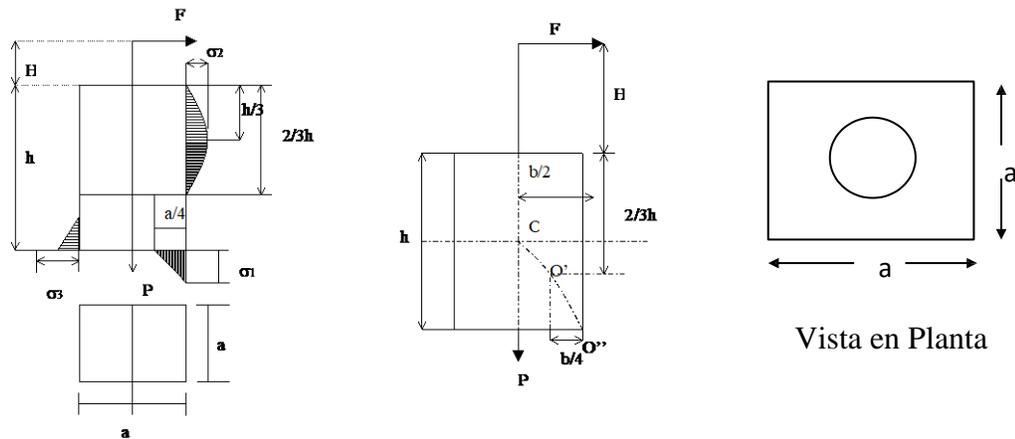
4.4.8. Cálculo de cimentaciones de postes de concreto

Metodología para cimentaciones de postes

Los cimientos de los soportes serían monobloques de hormigón, y en el caso de suelos hostiles, el hormigón sería tratado de la forma necesaria. No obstante, según los resultados del laboratorio (análisis de salinidad), el suelo en el que se instalarán los postes del proyecto no es muy agresivo.

El cálculo de la cimentación se basa en los estudios de Shulzberger, en los que el procedimiento se basa en la premisa comprobada experimentalmente de que para inclinaciones limitadas como $\text{tg}\alpha < 0,01$, el suelo se comporta elásticamente. Como resultado, se obtienen respuestas en las paredes verticales de la excavación y perpendiculares a la fuerza actuante del poste. El método Shulzberger reconoce que la profundidad de penetración del bloque en el suelo depende de la resistencia física del suelo a la presión externa.

Figura 10.
Cimentación de postes



Nota. Los cálculos de cimentación realizados son válidos para cimentación cuadrada y circular.

A partir de los resultados, se puede determinar que la resistencia en algunos tipos de suelo, como la roca, es superior a las exigencias de los edificios del proyecto, mientras que en otros se requiere una cimentación mayor.

Debido a su limitada capacidad portante, hay que tener cuidado con las arcillas orgánicas, cuyo material extraído no se utilizará para la cimentación.

Para el diseño de la base del retenedor, se utilizaron fuerzas sobre un elemento en equilibrio. La base del retenedor está compuesta por una excavación prismática triangular y rectangular. Una fuerza de tracción

actuará sobre la varilla metálica del retenedor, intentando extraer el bloque de hormigón enterrado en su extremo.

El ángulo de rozamiento se determinará mediante los resultados del laboratorio, y en base a estos parámetros se construirá la siguiente tabla:

Tabla 12.

Terrenos de cimentación

Clases de Terreno de Cimentación		Esfuerzo Permissible del Terreno σ (t/m ²)	Coefficiente de fricción para Deslizamiento μ
Rocoso	Roca Dura con Pocas Grietas	100	0.7
	Roca Dura con Muchas Fisura	60	0.7
	Roca Blanda	30	0.7
Estrato de Grava	Densa	60	0.6
	No Densa	30	0.6
Terreno Arenoso	Densa	30	0.6
	Media	20	0.5
Terreno Cohesivo	Muy Dura	20	0.5
	Dura	10	0.45
	Media	5	0.45

Nota. Elaboración propia

Tipos de retenida

Según los estudios electromecánicos, existen dos tipos de retenciones en la línea: Retención Simple y Retención Vertical. En la Retención Simple y Vertical, la barra de anclaje debe superar la tensión de tracción $F_t = 30\ 920$ N.

La siguiente tabla compara el tamaño de las retenciones simples y dobles:

Tabla 13.

Cuadro resumen sobre las dimensiones de retenidas simple y doble

Geometría	Retenida Simple	Retenida Vertical
S (m)	0,80	0,00
D (m)	0,70	0,70
H (m)	2,00	2,20
f (m)	0,70	0,70
L (m)	0,40	0,40
B (m)	0,40	0,40

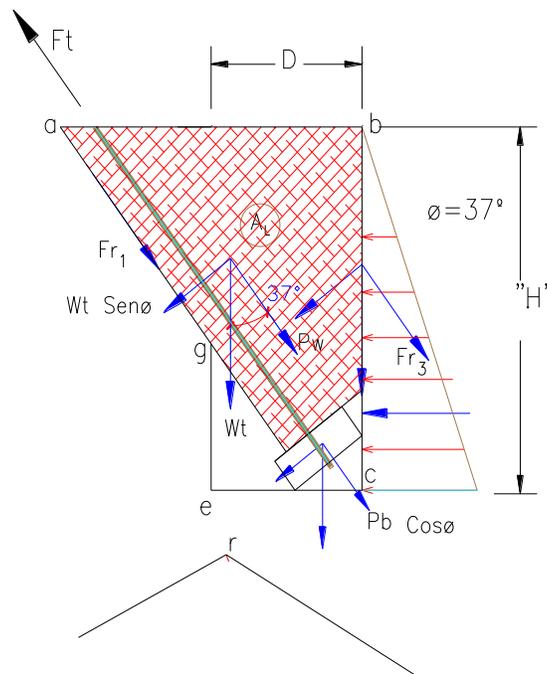
Nota. Elaboración propia

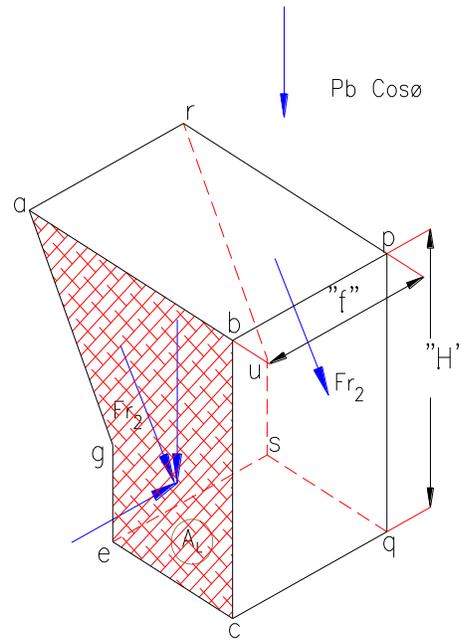
Esquema descriptivo

La génesis de las fuerzas que resisten la fuerza externa F_t se representa en un diagrama. Fr_1 ejerce una fuerza en el plano "a-r-u-g", Fr_2 ejerce una fuerza en los planos "a-b-c-e" y "r-p-q-s", y Fr_3 ejerce una fuerza en el plano "b-p-c-q". Para garantizar la estabilidad de la restricción, hay que respetar la relación que se muestra en la parte inferior del gráfico.

Figura 11.

Esquema descriptivo





$$F_t \leq Fr_1 + 2Fr_2 + Fr_3 + P_w + P_b \cos \theta$$

Nota. Obtenido del equipo consultor

Las dimensiones de bloque de concreto (0,40x0,40x0,20) son suficientes.

Acero de refuerzo

Se empleará la cantidad mínima de acero exigida por la normativa nacional de construcción para el bloque de hormigón:

$A_s = 0,0018 * b * c = 0,0018 * 40 * 15 = 1,08 \text{ cm}^2$ que es el área del requerimiento del acero.

Se considera cuatro fierros de $\frac{1}{2}$ " , el área es de $(4 * 12) / 4 = 3,14 \text{ cm}^2$ (malla de fierro de $\frac{1}{2}$ "). Estas barras de acero se instalarán en la franja donde el dado ejerce la tracción cada 10 cm con un solapamiento de 5 cm (arriba), 20 cm en los laterales y 15 cm en la parte inferior.

4.5. Evaluación económica

Para el presupuesto de la propuesta del presente trabajo se toma en consideración los equipos y materiales, montaje, el transporte, capacitación, impacto ambiental, monitoreo, costos directos, gastos generales, gastos

administrativos, gastos de supervisión, gastos de liquidaciones y estudios definitivos (Ver anexo 1).

Obteniendo como resultado una inversión de 2,060,968.84 soles

Tabla 14.

Evaluación económica

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	REDES PRIMARIAS	REDES SECUNDARIAS	TOTAL (S/.)
A	Suministro de Equipos y Materiales	555,364.40	464,821.37	1,020,185.77
B	Montaje Electromecánico	190,358.49	225,288.29	415,646.78
C	Transporte de Equipos y Materiales	55,536.44	46,482.14	102,018.58
D	Sensibilización y Capacitación	11,550.00	11,550.00	23,100.00
E	Impacto Ambiental	16,000.00	16,000.00	32,000.00
F	Monitoreo Arqueológico	12,249.00	12,249.00	24,498.00
G	COSTO DIRECTO (C.D.)	841,058.33	776,390.79	1,617,449.12
H	GASTOS GENERALES (15.47% CD)	130,111.72	120,129.28	250,241.00
I	GASTOS ADMINISTRATIVOS (0.97% CD)	8,158.27	7,547.85	15,706.12
J	GASTOS DE SUPERVISION (4.23% CD)	35,576.77	32,844.43	68,421.20
K	GASTOS DE LIQUIDACIONES (1.11% CD)	9,335.75	8,557.85	17,893.60
L	ESTUDIOS DEFINITIVOS (5.64% CD)	47,435.69	43,822.11	91,257.80
M	COSTO TOTAL S/.	1,071,676.53	989,292.31	2,060,968.84

Nota. Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con (Gallego, 2016), quien afirma que mediante su estudio en la cual propone la sustitución de equipos ineficientes, o la instalación eléctricamente eficiente de los equipos existentes permitió la optimización técnica y económica aumentando la fiabilidad del sistema eléctrico, a la reducción de los costes directos e indirectos. En la misma línea, este resultado es reforzado por (Vásquez, 2018) quien optimizó la calidad de suministro eléctrico percibida por los usuarios mediante el rediseño de las redes las mismas que permitirán identificar el pésimo estado de las instalaciones, obteniendo como resultado con la optimización y proyectando un crecimiento con un transformador de 100 KVA con 03 circuitos de distribución. A su vez, lo anteriormente mencionado concuerda con lo dicho por (Villate y Gracia, 2017) quienes consideran que el suministro eléctrico es un factor preestablecido y ventajoso para la generación, en el que la frecuencia y la duración de las interrupciones del suministro pueden utilizarse para gestionar la secuencia de integración de los abonados. Las actividades de inversión y sostenibilidad del concesionario inciden en ambas variables. El objetivo de un sistema eléctrico es proporcionar a los clientes un suministro de energía constante, suficiente, fiable, oportuno, de alta calidad y seguro.

Asimismo, los resultados de este estudio se dieron gracias a un análisis mediante el uso de diferentes métodos para lograr un mejor suministro eléctrico, este procedimiento lo respalda, (Huayta, 2019), quien mediante una evaluación obtuvo el diagnóstico de calidad de energía eléctrica en las redes de sistema eléctrico. Concluyendo que la ejecución del estudio de flujo de potencia al modelo de sistema eléctrico luego de la máxima caída de tensión de alimentador A4244 llegó a un límite permitido y conjuntamente posterior al análisis de flujo de potencia al modelo del sistema eléctrico reflejó que se disminuye la cargabilidad de los transformadores alrededor del 20%.

Asimismo, en cuanto al diseño de la distribución eléctrica es similar al estudio de (Saldaña, 2017) quien para la optimización de la red de distribución eléctrica,

realizo un análisis exhaustivo, utilizando un software para la planificación de la red de distribución de energía obteniendo diseños óptimos de redes de distribución en un tiempo razonable, para lo cual, se establecieron hitos para ayudar a conseguir este objetivo, acercando las conclusiones del modelo a su aplicabilidad en el mundo real. Dicho procedimiento seguido por ambos autores para la obtención de los resultados es respaldado por el (MINEM, 2018) que indica que el diseño de un sistema de distribución se divide en 3 partes siendo estas la generación, el transporte y la distribución los cuales se considera los hitos mas importantes en dicho proceso. Es muy importante tenerlo en cuenta, ya que, a través de la red de transporte y subtransmisión, la energía recorre grandes distancias y pasa por centros de transformación para pasar de alta tensión a baja tensión y poder ser distribuida a los clientes a través de una complicada y eficiente infraestructura. Asimismo, la distribución es la fase final del sistema eléctrico, en la que la energía se transporta desde las subestaciones de las centrales eléctricas hasta los hogares, empresas y oficinas de los consumidores finales a través de las redes de distribución.

Asimismo, se vio la importancia determinar parámetros para definir la calidad de suministro eléctrico, dichos resultados y procedimiento concuerda con lo investigado y seguido por (Molina, 2019) el cual, determinó los parámetros eléctricos primarios necesarios para garantizar la seguridad de toda la distribución eléctrica del sistema desde el punto de interconexión para dar servicio a diferentes usuarios. Para determinar con precisión las características eléctricas primarias para esta investigación, se utilizaron equipos y herramientas muy importantes para un diagnóstico, utilizando a su vez la legislación y las normas nacionales e internacionales más importantes en vigor, lo que ha permitido presentar los resultados del estudio en el nuevo sistema de forma clara y concisa. Con lo mencionado, el autor mejoró toda la red de baja tensión y aumento la calidad del suministro. (Ramírez, 2018), a su vez respalda que tener una buena calidad de la energía es crucial para los usuarios donde cada uno tiene características diferentes debido a la aplicación, la tensión, la

corriente y la frecuencia del sistema eléctrico varían. La eficacia de los aparatos conectados a la red también se refleja en la calidad de la energía, ya que las instalaciones minimizan la "fatiga". La calidad de la energía sería evidente si las instalaciones evitaran la "fatiga" eléctrica y los aparatos no la generaran. La calidad de la energía se mostraría entonces. En la actualidad, la calidad de la energía se refiere a la fiabilidad del suministro eléctrico, que es cada vez más vital a medida que aumenta el número de cargas sensibles al sistema. El aumento de las cargas sensibles al sistema, que serían la fuente de las variaciones de la calidad de la energía por sí mismas, es una causa importante de las variaciones de la calidad de la energía.

Esto es respaldado por (Muqthiar et al., 2021), quien consideran el suministro de energía como un factor predeterminado y ventajoso para la generación, en el que la frecuencia y la duración de las interrupciones del suministro pueden aprovecharse para regular la secuencia de integración de los abonados. Ambas variables se ven afectadas por las iniciativas de inversión y sostenibilidad del concesionario. El objetivo de un sistema eléctrico es ofrecer a los clientes un suministro de energía constante, amplio, fiable, oportuno, de alta calidad y seguro. Por ende, es importante determinar ante todo aquellos factores de los cuales depende el suministro eléctrico para hablar de calidad.

Por su parte, en la determinación de la potencia necesaria los resultados en este ámbito concuerdan (Barboza, 2021), quien establece la importancia de la potencia necesaria, los cuales pueden variar, por los tipos de aparatos electrónicos que se usa. Es esencial ya que determina el número de aparatos eléctricos que pueden funcionar simultáneamente en una residencia. Para disponer de una alimentación eléctrica adecuada, es imprescindible determinar la potencia apropiada y evitar pagar por una potencia que no se utiliza o, por el contrario, necesitar más potencia de la disponible. Se tiende a colocar cualquier potencia suficiente para satisfacer las necesidades energéticas de un hogar, lo que puede ser excesivo, porque no siempre está claro qué potencia es suficiente para una vivienda. Variables como el número de personas que viven

en el hogar, el tipo de electrodomésticos, cómo se utilizan estos aparatos y cuántos están en uso al mismo tiempo afectan a la cantidad de electricidad que necesita un hogar. Para localizar la potencia necesaria, se llevó a cabo un diagnóstico de las interrupciones más críticas de los alimentadores; a continuación, se determinó el cálculo del flujo de potencia del estado actual y se elaboró un informe sobre el lado de baja y media tensión de los terminales, así como una descripción del sistema. A continuación, sobre la base de los datos recopilados previamente, se llevó a cabo el cálculo y la selección de los sistemas de protección eléctrica para su implantación en la red actual, seguida de una comparación exhaustiva del sistema eléctrico existente y la nueva implantación; tal y como se realizó para el presente estudio siguiendo lo mencionado por el autor para una correcta determinación de la potencia necesaria para la asociación.

Asimismo, los resultados para potencia necesaria concuerdan con lo establecido por el Ministerio de Energía y Minas, entidad que indica que La potencia mínima sugerida para un hogar es de 3,45 kilovatios (kW), ya que, por debajo de esta cifra, el acceso a la red de energía simultáneamente con varios aparatos electrónicos está muy limitado y el ICP se disparará con frecuencia. Recalcando que diversas topologías estructurales, niveles de tensión, conductores estándar y factores de potencia afectarán a la constante de regulación. El diseño de la red aérea de media tensión contiene tablas para modificar la constante de regulación.

VI. CONCLUSIONES

Se estableció como ruta de red eléctrica el camino del sector de Cerro Colorado que conecta con dicha asociación, tomando en consideración factores como la accesibilidad y que este no invade propiedades privadas, lo cual hizo que se considere apto para trabajar sobre él.

Se considera para el proyecto la subestación S. E. N° 1 de Cerro Colorado debido a que se encuentra en medio de la ruta eléctrica suministrando electricidad en 361 m de un lado y de 267 m del otro de la ruta.

Se determinó que la potencia necesaria para abastecer a todos los usuarios de la asociación Cerro Colorado 19.04 Kw teniendo en cuenta la cantidad de viviendas, carga especial, reserva y el alumbrado público.

Los cálculos eléctricos y mecánicos concluyen que, para 23 habitantes, deben considerarse 12 puntos de luz, con una distribución de los puntos de luz que tenga en cuenta las características de las zonas a iluminar en el siguiente orden de prioridad: un valor máximo del 4,2% en el poste terminal más alejado de la red, dejando un margen del 0,8% para la caída de tensión en la conexión del poste terminal más alejado de la red. Los cálculos mecánicos se basan en las investigaciones de Shulzberger, en las que el método se basa en un principio confirmado empíricamente. También se observa que la resistencia en ciertos tipos de suelo, como la roca, es superior a las exigencias de las estructuras del proyecto, mientras que en otros se requiere una cimentación mayor. Debido a su limitada capacidad portante, hay que tener cuidado con las arcillas orgánicas, cuyo material extraído no se utilizará para la cimentación.

En la evaluación económica del proyecto se concluye que el presupuesto empleado para la presente propuesta es de 2,060,968.84 soles tomando en consideración equipos y materiales, montaje, el transporte, capacitación, impacto ambiental, monitoreo, costos directos, gastos generales, gastos administrativos, gastos de supervisión, gastos de liquidaciones y estudios definitivos, necesarios para el desarrollo y ejecución del proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un plan de mantenimiento preventivo en las redes de baja tensión para poder mantener un suministro eléctrico de calidad por mucho tiempo para los pobladores de la asociación de Cerro Colorado.

Verificar mensual o anualmente los niveles de tensiones, para proceder a regularizaciones y evitar el daño de equipos que puedan encontrarse en las viviendas.

Para futuras investigaciones se recomienda investigar más a fondo las consecuencias ambientales y sociales que tendría la colocación de la subestación en la asociación, ya que podría perjudicar el diseño atractivo y causar molestias a las familias y los peatones de la zona.

REFERENCIAS

ABDULLAH, SHAHEEN, y otros. 2021. *Reconfiguration of the electrical distribution network's DG and capacitor allocations via an artificial ecosystem optimizer.* Egypt : Alexandria Engineering Journal, 2021. Vol. 61.

BABANEZHAD, MANOOCHERHR, y otros. 2022. *Allocation of capacitors based on reactive power in a distribution network using a mathematical remora optimization technique, taking operation cost and loading conditions into account.* s.l. : Alexandria Engineering Journal, 2022. Vol. 61.

BARBOZA RAGALADO, EDUARDO. 2021. *Optimización de la calidad del suministro mediante un análisis energético del sistema eléctrico.* Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2021.

BAYATLOO, FATEMEH y BOZORGI-AMIRI, ALI. 2019. *A unique optimization model for dynamic power grid design and growth planning that takes renewable resources into consideration.* Tehran : Journal of Cleaner Production, 2019. Vol. 229.

CARDONA, M. 2020. *Electricidad prepago y medidores inteligentes.* Colombia : Univ. de Rosario, 2020.

CASTAÑO, S. 2017. *Redes de Distribución de Energía.* Colombia : Univ. Nacional de Colombia, 2017.

Demand response optimisation in electrical power networks. **REZAEI JORDEHI, A. 2019.** 2019, Lashtenesha : Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019, Vol. 103.

EL PERUANO. 2018. *Ley 25844. Ley de concesiones eléctricas.* Perú : Diario oficial El Peruano, 2018.

FLORES GÁRATE, ABRAHAM. 2018. *Redes de baja tensión y la optimización del consumo eléctrico basada en la eficiencia energética ahorra.* Arequipa : Universidad Autonoma San Francisco, 2018.

GALLEGO, MARIO ALBERTO ORTIZ. 2016. *Optimización de la energía eléctrica en Dibtec S.A.S.* Colombia : Instituto Tecnológico Metropolitano, 2016.

GRANIZO, J. 2019. *Estudio y valoración de la red de distribución de media y baja tensión con el fin de potenciar los índices y la calidad del suministro eléctrico.* Guayaquil, Ecuador : Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019.

HUAYTA, J. 2019. *Proyecto de mejora de la calidad de la red de distribución eléctrica de media tensión.* s.l. : UNCP, 2019.

MEJÍA, E. 2019. *Proyecto de un sistema fotovoltaico para la generación independiente de electricidad.* s.l. : Rev. Científica Pakamuros, 2019. Vol. 7.

MINEM. 2018. *Informe técnico N°002- 2018/MEM.* Lima : Gob. del Perú, 2018.

—. 2018. *Políticas sobre la eficiencia eléctrica .* s.l. : Gob. del Perú , 2018.

MINISTERIO DE ENERGÍAS Y MINAS . 2017. *Código Nacional de electricidad.* Lima : Gob. del Perú, 2017.

MOLINA GRANIZO, JOSÉ. 2019. *Estudio y revisión de la red de distribución de media y baja tensión para potenciar los índices y estándares de calidad del*

suministro eléctrico. Guayaquil : Universidad Católica de Santiago de GUayaquil, 2019.

MUQTHIAR, ALI, PADMA, LALITHA y VISALI, N. 2021. *Enhancement of Voltage Profile in the Distribution System via Reconfiguration with DG Placement Utilizing Equilibrium Optimizer*. India : Alexandria Engineering Journal, 2021. Vol. 61.

OSINERGMIN. 2017. *Decreto Supremo sobre el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas y el Reglamento de Usuarios Libres* . Lima : Gob. Del Perú , 2017.

—. **2017.** *La Regulación del Sector de Energía*. s.l. : Gobierno del Perú, 2017.

PERÉN POYÓN, LUIS CARLOS. 2017. *Mantenimiento, conversión y técnicas de mejora de las líneas eléctricas de media tensión*. Guatemala : Universidad San Carlos de Guatemala, 2017.

RAMIREZ, SAUCEDO Y. 2018. *Factores que afectan la calidad de energía y su solución*. España : Universidad de Madrid, 2018.

RODRÍGUEZ, J. 2020. Consumo de electricidad Perú. *Andina*. 2020.

SALDAÑA, RODRIGO PALACIOS. 2017. *Optimización multiobjetivo de la red de distribución de energía eléctrica*. España : Universidad de Burgos , 2017.

SANCHEZ GUTIERREZ, LUIS. 2019. *Proyecto de mejora del suministro de energía*. Lima : Universidad San Ignacio de Loyola, 2019.

SILVERA, O., VANEGAS, M. y VALENCIA, G. 2018. *Estudio de la calidad de energía eléctrica*. s.l. : Rev. Avances , 2018.

TORRES, J. 2019. *Estudio de las pérdidas de energía eléctrica en las redes de distribución del sistema eléctrico* . Cusco : Rev. Scielo, 2019.

VÁSQUEZ, S. 2018. *Aumento de la calidad del suministro eléctrico, el distrito de Cascapara está mejorando y ampliando su sistema de distribución de baja tensión de 0,38/0,23 Kv, además de instalar una subestación de transición de media tensión de 13,8 Kv/0,380/0,230 Kv.* Chile : UCV, 2018.

VILLATE, J. y GARCÍA, J. 2017. *Calidad del suministro eléctrico.* s.l. : Ed. Innovación Tecnológica y desarrollo sostenible, 2017.

YE, WEI, y otros. 2018. *Power Grid Reduction by Sparse Convex Optimization.* Monterey : ISPD', 2018. Vol. 18.

ANEXOS

Anexos 1. Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	SUMINISTRO DE MATERIALES				555,364.40
01.01	POSTES CAC				94,606.00
01.01.01	POSTE DE CAC DE 13/300/210/435 daN (INC. PERILLA DE CONCRETO)	und	35.00	1,157.00	40,495.00
01.01.02	POSTE DE CAC DE 13/400/180/375 daN (INC. PERILLA DE CONCRETO)	und	35.00	1,285.00	44,975.00
01.01.03	POSTE DE CAC DE 15/500/210/435 daN (INC. PERILLA DE CONCRETO)	und	4.00	2,284.00	9,136.00
01.02	CRUCETAS Y MENSULAS (CAV Y F°G°)				43,862.00
01.02.01	BASTIDOR DE PERFIL ANGULAR DE F° G° 2300x63x63, 6mm ESPESOR	und	57.00	180.00	10,260.00
01.02.02	BASTIDOR DE PERFIL ANGULAR DE F° G° 1660x63x63, 6mm ESPESOR	und	19.00	142.00	2,698.00
01.02.03	RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F° G° 1800x63x63, 6mm ESPESOR	und	23.00	150.00	3,450.00
01.02.04	BASTIDOR DE PERFIL ANGULAR DE F° G° 2500x63x63, 6mm ESPESOR	und	4.00	200.00	800.00
01.02.05	BASTIDOR DE PERFIL ANGULAR DE F° G° 2000x63x63, 6mm ESPESOR	und	8.00	170.00	1,360.00
01.02.06	BASTIDOR DE PERFIL ANGULAR DE F° G° 1800x63x63, 6mm ESPESOR	und	16.00	162.00	2,592.00
01.02.07	BASTIDOR DE PERFIL ANGULAR DE F° G° 1500x63x63, 6mm ESPESOR	und	2.00	135.00	270.00
01.02.08	BASTIDOR DE PERFIL ANGULAR DE F° G° 1200x63x63, 6mm ESPESOR	und	4.00	125.00	500.00
01.02.09	RIOSTRA DE PERFIL ANGULAR DE F°G° 1420x63x63, 6mm ESPESOR	und	22.00	100.00	2,200.00
01.02.10	CRUCETA DE C.A.V. m / 2.00 / 500	und	19.00	176.00	3,344.00
01.02.11	MENSULA DE C.A.V. m / 1.50 / 500 kg	und	117.00	124.00	14,508.00
01.02.12	MEDIA LOZA DE C.A.V. m / 1.10 / 750	und	8.00	235.00	1,880.00
01.03	AISLADORES				60,709.10
01.03.01	AISLADOR POLIMERICO LINE POST DE 27 kV CON ESPIGA PARA CRUCETA	und	215.00	220.00	47,300.00
01.03.02	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION P/27kV	und	141.00	95.10	13,409.10
01.04	CONDUCTORES DE ALEACION DE ALUMINIO Y COBRE				74,067.90
01.04.01	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO TIPO AAAC DE 35 mm2	m	16,448.00	2.80	46,054.40
01.04.02	CONDUCTOR DE COBRE RIGIDO DE 25 mm2 FORRADO	m	114.00	9.50	1,083.00
01.04.03	CONDUCTOR DE COBRE ELECTROLITICO UNIPOLAR TIPO NYY DE 50 mm2	m	40.00	16.50	660.00
01.04.04	CONDUCTOR DE COBRE ELECTROLITICO UNIPOLAR TIPO NYY DE 35 mm2	m	140.00	12.50	1,750.00
01.04.05	CONDUCTOR DE COBRE ELECTROLITICO UNIPOLAR TIPO NYY DE 25 mm2	m	1,492.00	9.00	13,428.00
01.04.06	CONDUCTOR DE COBRE ELECTROLITICO TIPO NYY (80°)-C FB, 4x4 mm2 0.6/1kV, CLASE 2 (PARA MEDICION)	m	198.00	10.00	1,980.00
01.04.07	CONDUCTOR DE COBRE, AISLADO TIPO N2XSU UNIPOLAR DE 35 mm2 (PARA RED PRIMARIA SUBTERRANEA)	m	405.00	22.50	9,112.50
01.05	ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION ALUMINIO Y COBRE				15,910.20
01.05.01	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DESNUDO DE 16 mm2	m	322.50	1.50	483.75
01.05.02	CONECTOR DE DOBLE VIA ALAL 35 mm2	und	126.00	8.00	1,008.00
01.05.03	CINTA PLANA DE ARMAR DE ALUMINIO DE 1/2" PARA CONDUCTOR DE 35 mm2	m	70.50	1.50	105.75
01.05.04	GRAPA DE DOBLE VIA BIMETALICO AL 35 mm2 / Cu 25 mm2	und	54.00	12.00	648.00
01.05.05	GRAPA DE ANGULO DE ALUMINIO	und	3.00	18.50	55.50
01.05.06	GRAPA DE ANCLAJE DE ALUMINIO TIPO PISTOLA INCL. 2 PERNOS Y ARANDELAS, PARA CONDUCTOR DE 35 mm2	und	138.00	25.00	3,450.00
01.05.07	GRILLETE DE A°G° TIPO U CON PASADOR DE SEGURIDAD	und	141.00	14.20	2,002.20
01.05.08	PLATINA DE COBRE	und	44.00	7.50	330.00
01.05.09	VARILLA DE ARMAR SIMPLE PARA CABLE AAAC DE 35 mm2	und	204.00	10.00	2,040.00
01.05.10	TERMINALES A COMPRESION, TUBO ESTÁNDAR PARA CONDUCTOR DE COBRE 25mm2	und	27.00	3.00	81.00
01.05.11	TERMINALES A COMPRESION, TUBO ESTÁNDAR PARA CONDUCTOR DE COBRE 35mm2	und	56.00	3.50	196.00
01.05.12	TERMINALES A COMPRESION, TUBO ESTÁNDAR PARA CONDUCTOR DE COBRE 50mm2	und	16.00	5.00	80.00
01.05.13	MANGUITO DE COMPRESION PARA EMPALME DE CABLE AAAC 35 mm2	und	6.00	55.00	330.00
01.05.14	MANGUITO DE REPARACION PARA CABLE AAAC DE 35 mm2	und	6.00	50.00	300.00
01.05.15	TERMINALES PARA CABLE SECO N2XSU UNIPOLAR DE 35 mm2	und	6.00	800.00	4,800.00
01.06	MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS				15,154.10
01.06.01	ABRAZADERA TIPO U/M DE 5/8" Ø x 185mm DE DIAMETRO INTERIOR, PROVISTO DE (4) TUERCAS, (2) ARANDELAS PLANAS Y (2) ARANDELAS DE PRESION	und	3.00	38.50	115.50
01.06.02	ABRAZADERA TIPO U/M DE 5/8" Ø x 200mm DE DIAMETRO INTERIOR, PROVISTO DE (4) TUERCAS, (2) ARANDELAS PLANAS Y (2) ARANDELAS DE PRESION	und	6.00	38.50	231.00

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.06.03	ABRAZADERA TIPO UJM DE 5/8" Ø x 215mm DE DIAMETRO INTERIOR, PROVISTO DE (4) TUERCAS, (2) ARANDELAS PLANAS Y (2) ARANDELAS DE PRESION	und	11.00	38.50	423.50
01.06.04	ABRAZADERA TIPO UJM DE 5/8" Ø x 250mm DE DIAMETRO INTERIOR, PROVISTO DE (4) TUERCAS, (2) ARANDELAS PLANAS Y (2) ARANDELAS DE PRESION	und	1.00	40.00	40.00
01.06.05	ABRAZADERA TIPO CASH DE 2" x 1/4" x 200mm Ø INTERIOR, UNA SALIDA, 2 PERNOS 16mm Ø X 102mm Y 1 PERNO 16mm Ø X 50mm LONG. CON TUERCA, ARANDELAS PLANA Y DE PRESION	und	2.00	40.50	81.00
01.06.06	ABRAZADERA TIPO CASH DE 2" x 1/4" x 220mm Ø INTERIOR, UNA SALIDA, 2 PERNOS 16mm Ø X 102mm Y 1 PERNO 16mm Ø X 50mm LONG. CON TUERCA, ARANDELAS PLANA Y DE PRESION	und	12.00	40.50	486.00
01.06.07	ABRAZADERA TIPO CASH DE 2" x 1/4" x 260mm Ø INTERIOR, UNA SALIDA, 2 PERNOS 16mm Ø X 102mm Y 1 PERNO 16mm Ø X 50mm LONG. CON TUERCA, ARANDELAS PLANA Y DE PRESION	und	1.00	42.50	42.50
01.06.08	ABRAZADERA TIPO CASH DE 2" x 1/4" x 220mm Ø INTERIOR, DOS SALIDAS, 2 PERNOS 16mm Ø X 102mm Y 2 PERNOS 16mm Ø X 50mm LONG. CON TUERCA, ARANDELAS PLANA Y DE PRESION	und	14.00	43.00	602.00
01.06.09	ABRAZADERA TIPO CASH DE 2" x 1/4" x 240mm Ø INTERIOR, DOS SALIDAS, 2 PERNOS 16mm Ø X 102mm Y 2 PERNOS 16mm Ø X 50mm LONG. CON TUERCA, ARANDELAS PLANA Y DE PRESION	und	1.00	43.00	43.00
01.06.10	ABRAZADERA TIPO CASH DE 2" x 1/4" x 260mm Ø INTERIOR, DOS SALIDAS, 2 PERNOS 16mm Ø X 102mm Y 2 PERNOS 16mm Ø X 50mm LONG. CON TUERCA, ARANDELAS PLANA Y DE PRESION	und	1.00	45.00	45.00
01.06.11	ABRAZADERA PARTIDA DE A°G° DE 2"x1/4"x 215mm Ø PROVISTO DE 3 PERNOS DE 5/8" Ø CON SUS RESPECTIVAS TUERCAS Y ARANDELAS	und	1.00	43.00	43.00
01.06.12	ABRAZADERA PARTIDA DE F°G° DE 2"x1/4"x 225mm Ø PROVISTO DE 3 PERNOS DE 5/8" Ø CON SUS RESPECTIVAS TUERCAS Y ARANDELAS	und	1.00	43.00	43.00
01.06.13	ABRAZADERA PARTIDA DE F°G° DE 2"x1/4"x 235mm Ø PROVISTO DE 3 PERNOS DE 5/8" Ø CON SUS RESPECTIVAS TUERCAS Y ARANDELAS	und	1.00	43.00	43.00
01.06.14	ARANDELA CUADRADA PLANA DE F°G° 57x57x5mm, AGUJERO DE 18mm Ø	und	730.00	1.20	876.00
01.06.15	ARANDELA CUADRADA CURVA DE F°G°, 57x57x5mm, AGUJERO DE 18mm Ø	und	74.00	1.20	88.80
01.06.16	CONECTOR DE DERIVACION TIPO PERNO PARTIDO DE BRONCE PARA CONDUCTOR DE 25mm ²	und	151.00	6.80	1,026.80
01.06.17	SOPORTE DE A°G° PARA CABEZA DE POSTE, CON 4 AGUJEROS DE 13/16" Ø	und	18.00	35.00	630.00
01.06.18	PERNO OJO RECTO DE F°G° 16 mm ² x 305 mm (12") LONG. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	und	69.00	10.00	690.00
01.06.19	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G°, 16mm (5/8") Ø x 508mm (20") LONG., CON (2) TUERCAS Y (2) CONTRATUERCAS	und	156.00	17.50	2,730.00
01.06.20	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G°, 16mm (5/8") Ø x 508mm (20") LONG., CON (2) TUERCAS Y (2) CONTRATUERCAS	und	106.00	16.00	1,696.00
01.06.21	PERNO DE A°G° DE 13mm Ø x 50mm LONG., PROVISTO DE (1) TUERCA, (2) ARANDELAS PLANAS Y (1) ARANDELA DE PRESION	und	21.00	4.00	84.00
01.06.22	PERNO DE A°G° DE 13mm Ø x 150mm LONG., PROVISTO DE (1) TUERCA, (2) ARANDELAS PLANAS Y (1) ARANDELA DE PRESION	und	44.00	10.00	440.00
01.06.23	PERNO MAQUINADO DE F°G° 13 mm Ø X 254 mm LONG. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	und	36.00	15.00	540.00
01.06.24	PLANCHA DE COBRE TIPO J	und	274.00	13.00	3,562.00
01.06.25	TUERCA OJO DE F°G° PARA PERNO DE 16 mm (5/8") Ø	und	69.00	8.00	552.00
01.07	RETENIDAS Y ANCLAJES				18,246.20
01.07.01	ABRAZADERA PARTIDA DE A°G° DE 2"x1/4"x 190mm Ø INTERNO PROVISTO DE 3 PERNOS CON SUS RESPECTIVAS TUERCAS Y ARANDELAS	und	29.00	40.50	1,174.50
01.07.02	ALAMBRE DE A°G° N° 12 PARA ENTORCHADO	m	150.00	1.00	150.00
01.07.03	ASILADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION P/27kV (TRACCION)	und	29.00	95.10	2,757.90
01.07.04	ARANDELA DE ANCLAJE, DE A° G°, 102 x102 x 13mm, AGUJERO DE 21 mm Ø	und	29.00	5.00	145.00
01.07.05	BLOQUE DE CONCRETO DE 0.40 x 0.40 x 0.15 m	und	29.00	59.00	1,711.00
01.07.06	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN, DE 13 mm Ø, 7 HILOS	m	394.00	7.00	2,758.00
01.07.07	CONTRAPUNTA DE 51 mm Ø x 1200mm, SOLDADA A ABRAZADERA PARTIDA EN UNOS DE LOS EXTREMOS	und	11.00	80.00	880.00
01.07.08	CONTRAPUNTA DE 51 mm Ø x 1800mm, SOLDADA A ABRAZADERA PARTIDA EN UNOS DE LOS EXTREMOS	und	17.00	130.00	2,210.00
01.07.09	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO	und	75.00	2.80	210.00
01.07.10	CANAleta GUARDACABO DE F°G° DE 1.6mm DE ESP. Y 2.4m DE LONG. CON PERNO Y TUERCA EN UN EXTREMO	und	29.00	35.00	1,015.00
01.07.11	MORDAZA PREFORMADA DE A° G° PARA CABLE DE 13 mm Ø	und	150.00	10.00	1,500.00
01.07.12	VARILLA DE ANCLAJE ACERO DE 16mm Ø x 240mm LONG. CON OJAL-GUARDACABO UN EXTREMO, TCA Y CTCA EN OTRO	und	29.00	40.00	1,160.00
01.07.13	GRILLETE DE A°G° 5/8" TIPO U CON PASADOR DE SEGURIDAD	und	29.00	14.20	411.80

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.07.14	TUERCA OJO DE F*G* PARA PERNO DE 16 mm (5/8)" Ø	und	17.00	8.00	136.00
01.07.15	PERNO DOBLE ARMADO DE A*G*, 16mm (5/8)" ? x 406mm (16") LONG., CON (2)TUERCA Y (2) CONTRATUERCAS	und	27.00	16.00	432.00
01.07.16	BASTIDOR DE F*G* DE 1700 X 63 X 63, 6mm ESPESOR. INCLUIRÁN TRES HUECOS DE 13/16 Ø	und	11.00	145.00	1,595.00
01.08	MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA				20,649.40
01.08.01	CAJA DE REGISTRO C.A.V. DE 0.50 x 0.50 x 0.45 m CON TAPA	und	23.00	59.00	1,357.00
01.08.02	CONECTOR TIPO ANDERSON ELECTRIC "AB" DE BRONCE,	und	23.00	6.80	156.40
01.08.03	CEMENTO CONDUCTIVO (BOLSA DE 25 KG)	bls	46.00	155.00	7,130.00
01.08.04	TUBO PVC SAP 25 mm Ø x 3m LONG.	und	23.00	12.00	276.00
01.08.05	TIERRA VEGETAL CERNIDA	m3	46.00	80.00	3,680.00
01.08.06	VARILLA DE COBRE ELECTROLITICO DE 19 mm Ø x 2.40 m	und	23.00	320.00	7,360.00
01.08.07	PROTECTOR ANTIROBO PARA VARILLA DE PUESTA A TIERRA	und	23.00	30.00	690.00
01.09	EQUIPO DE PROTECCION Y MANIOBRA Y OTROS				18,021.00
01.09.01	FUSIBLE CHICOTE TIPO "K" 2A	und	21.00	8.00	168.00
01.09.02	FUSIBLE CHICOTE TIPO "K" 3A	und	9.00	9.00	81.00
01.09.03	FUSIBLE CHICOTE TIPO "K" 5A	und	6.00	10.00	60.00
01.09.04	FUSIBLE CHICOTE TIPO "K" 10A	und	3.00	12.00	36.00
	FUSIBLE CHICOTE TIPO "K" 12A	und	3.00	12.00	36.00
01.09.05	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR TIPO CUT OUT 27 kV, 100A, 150kV BIL	und	42.00	420.00	17,640.00
01.10	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION				132,000.00
01.10.01	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 25 kVA; 10-22.9/0.380-0.220 kV, h=2000msnm	und	7.00	14,000.00	98,000.00
01.10.02	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 37.5 kVA; 10-22.9/0.380-0.220 kV, h=2000msnm	und	1.00	16,000.00	16,000.00
01.10.03	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 50 kVA; 10-22.9/0.380-0.220 kV, h=2000msnm	und	1.00	18,000.00	18,000.00
01.11	TABLEROS DE DISTRIBUCION				33,150.00
01.11.01	TABLEROS DE DISTRIBUCION COMPLETA PARA S.E. DE 25 kVA, 10-22.9/0.380-0.220 kV	und	7.00	3,600.00	25,200.00
01.11.02	TABLEROS DE DISTRIBUCION COMPLETA PARA S.E. DE 37.5 kVA, 10-22.9/0.380-0.220 kV	und	1.00	3,900.00	3,900.00
01.11.03	TABLEROS DE DISTRIBUCION COMPLETA PARA S.E. DE 50 kVA, 10-22.9/0.380-0.220 kV	und	1.00	4,050.00	4,050.00
01.12	SISTEMA DE MEDICION EN MURETE				14,858.00
01.12.01	CAJA PORTA MEDIDOR DE 45 X 40 X 25 cm TIPO ELECTROSUR	und	9.00	250.00	2,250.00
01.12.02	MEDIDOR ELECTRONICO MONOFASICO MEDICION DIRECTA, 5-60A, 220V, 60 HZ, CLASE 01, DE 2 HILOS (ALUMPRADO PUBLICO)	und	9.00	80.00	720.00
01.12.03	MEDIDOR ELECTRONICO MULTIFUNCIÓN TRIFASICO, MEDICIÓN INDIRECTA, 5A, 380-220 V, 60 HZ, CLASE 0.5, 4 HILOS	und	9.00	500.00	4,500.00
01.12.04	TUBO PVC SAP 2" x 3 m	und	18.00	12.00	216.00
01.12.05	TUBO DE F*G* LIVIANO DE 2" Ø X 6 m	und	18.00	350.00	6,300.00
01.12.06	CINTA DE ACERO INOX. 3/4" ESPES.=0.76 mm	m	60.50	8.00	484.00
01.12.07	HEBILLA PARA CINTA DE ACERO INOX. 3/4"	und	50.00	2.00	100.00
01.12.08	TERMINALES TIPO PIN PARA CABLE 4 mm2	und	72.00	2.00	144.00
01.12.09	TERMINALES TIPO OJAL PARA CABLE DE 4 mm2	und	72.00	2.00	144.00
01.13	MURETE DE CONCRETO				1,930.50
01.13.01	CEMENTO	bls	45.00	23.50	1,057.50
01.13.02	AREANA GRUESA	m3	3.60	45.00	162.00
01.13.03	PIEDRA MEDIANA	m3	3.60	45.00	162.00
01.13.04	FIERRO CORRUGADO 3/8x9	var	22.50	14.50	326.25
01.13.05	FIERRO CORRUGADO 1/4x9	var	22.50	5.60	126.00
01.13.06	ALMBRE NEGRO N°16	kg	9.00	4.50	40.50
01.13.07	AGUA	m3	4.50	12.50	56.25
01.14	ACCESORIOS PARA LA TRANSICIÓN DE SISTEMA AÉREO A SUBTERRÁNEO				12,200.00
01.14.01	TUBERÍA CONDUIT DE FIERRO GALVANIZADO de 4" Ø DE 3 METROS DE LONG.	und	6.00	250.00	1,500.00
01.14.02	BUZONES DE CONCRETO	und	4.00	500.00	2,000.00
01.14.03	DUCTO DE CONCRETO DE 4 VIAS DE 1 METRO	und	86.00	100.00	8,600.00
01.14.04	CINTA SEÑALIZADORA (Color rojo)	rl	2.00	50.00	100.00
01	MONTAJE ELECTROMECHANICO				190,358.49

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.01	OBRAS PRELIMINARES				14,942.07
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA	und	2.00	711.12	1,422.24
01.01.02	ALMACEN Y OFICINAS PROVISIONAL DE OBRA	und	1.00	3,854.62	3,854.62
01.01.03	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	glb	1.00	2,384.41	2,384.41
01.01.04	INGENIERIA DE DETALLE DE LA RED PRIMARIA	glb	1.00	5,022.50	5,022.50
01.01.05	LIMPIEZA DE TERRENO, REHABILITACION DE CAMINOS Y FRANJA DE SERVIDUMBRE	km	5.42	416.66	2,258.30
01.02	INSTALACION DE POSTES DE CONCRETO				51,294.19
01.02.01	TRANSPORTE DE POSTE DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	und	73.00	125.64	9,171.72
01.02.02	EXCAVACION DE HOYO EN TERRENO NORMAL POSTES DE 13 m	m3	47.19	90.88	4,288.63
01.02.03	EXCAVACION DE HOYO EN TERRENO ROCOSO POSTES DE 13 m	m3	36.30	130.88	4,750.94
01.02.04	EXCAVACION DE HOYO EN TERRENO NORMAL POSTES DE 15 m	m3	4.02	109.07	438.46
01.02.05	EXCAVACION DE HOYO EN TERRENO ROCOSO POSTES DE 15 m	m3	1.34	157.07	210.47
01.02.06	IZAJE DE POSTE DE C.A.C. DE 13/300 daN	und	35.00	196.31	6,870.85
01.02.07	IZAJE DE POSTE DE C.A.C. DE 13/400 daN	und	34.00	245.40	8,343.60
01.02.08	IZAJE DE POSTE DE C.A.C. DE 15/500 daN	und	4.00	303.88	1,215.52
01.02.09	CIMENTACIÓN CON CONCRETO CICLOPEO, POSTE DE 13 m	und	69.00	218.68	15,088.92
01.02.10	CIMENTACIÓN CON CONCRETO CICLOPEO, POSTE DE 15 m	und	4.00	228.77	915.08
01.03	INSTALACION DE RETENIDAS				7,710.79
01.03.01	EXCAVACION DE HOYO PARA RETENIDA VERTICAL EN TERRENO NORMAL	m3	25.20	90.88	2,290.18
01.03.02	EXCAVACION DE HOYO PARA RETENIDA VERTICAL EN TERRENO ROCOSO	m3	14.00	157.07	2,198.98
01.03.03	EXCAVACION DE HOYO PARA RETENIDA SIMPLE EN TERRENO NORMAL	m3	1.26	90.88	114.51
01.03.04	INSTALACION RETENIDA SIMPLE	und	1.00	72.27	72.27
01.03.05	INSTALACION RETENIDA VERTICAL	und	12.00	99.15	1,189.80
01.03.06	INSTALACION DE RETENIDA VERTICAL CONFIGURACION "Y"	und	6.00	83.36	500.16
01.03.07	RELLENO Y COMPACTACION DE RETENIDA SIMPLE	m3	1.26	33.24	41.88
01.03.08	RELLENO Y COMPACTACION DE RETENIDA VERTICAL	m3	39.20	33.24	1,303.01
01.04	MONTAJE DE ARMADOS				14,773.83
01.04.01	ARMADO DS-3	und	4.00	75.81	303.24
01.04.02	ARMADO TIPO ATV-7 + PSEC-3	und	1.00	201.24	201.24
01.04.03	ARMADO PSVE-3	und	23.00	122.16	2,809.68
01.04.04	ARMADO PRV-3	und	5.00	146.58	732.90
01.04.05	ARMADO TSVE-3	und	6.00	122.16	732.96
01.04.06	ARMADO PSVE-3 + STM-3	und	3.00	685.78	2,057.34
01.04.07	ARMADO PS1-3 + STM-3	und	2.00	622.86	1,245.72
01.04.08	ARMADO DS-3 +PSEC-3	und	1.00	183.24	183.24
01.04.09	ARMADO DSRP-3	und	1.00	209.40	209.40
01.04.10	ARMADO SRP-3 + TSV-3	und	1.00	183.24	183.24
01.04.11	ARMADO PA3-3	und	1.00	97.73	97.73
01.04.12	ARMADO PA2-3	und	1.00	81.42	81.42
01.04.13	ARMADO PR3-3 + PSEC-3	und	1.00	183.24	183.24
01.04.14	ARMADO PS1-3	und	9.00	104.70	942.30
01.04.15	ARMADO PR3-3	und	2.00	132.58	265.16
01.04.16	ARMADO TS-3	und	1.00	110.50	110.50
01.04.17	ARMADO ATV-5	und	3.00	130.36	391.08
01.04.18	ARMADO ATV-7	und	2.00	142.34	284.68
01.04.19	ARMADO ATV-8	und	5.00	142.34	711.70
01.04.20	ARMADO PRV-3 + PSEC-3	und	1.00	183.24	183.24
01.04.21	ARMADO PR3-3 + STM-3	und	1.00	685.78	685.78
01.04.22	ARMADO SRP-3 + STM-3	und	1.00	685.78	685.78
01.04.23	ARMADO PTV-3 + STM-3	und	1.00	685.78	685.78
01.04.24	ARMADO STM-3	und	1.00	490.66	490.66
01.04.25	ARMADO PTH-3+PSEC-3	und	1.00	183.24	183.24
01.04.26	ARMADO PTH-3+DSS-3	und	1.00	132.58	132.58
01.05	MONTAJE DE CONDUCTORES				36,860.16
01.05.01	TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE CONDUCTOR DE ALEACION ALEACION DE ALUMINIO DE 35 mm2, POR FASE	km	16.00	2,303.76	36,860.16

	Descripción	Und.	Metrado	Precio SI	Parcial SI
01.06	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA				19.632,02
01.06.01	EXCAVACION DE HOYO PARA PAT-0 EN TERRENO NORMAL	m ²	22,40	5888	1.318,91
01.06.02	EXCAVACION DE HOYO PARA PAT-0 EN TERRENO ROCOSO	m ²	11,28	103,61	1.179,38
01.06.03	EXCAVACION DE HOYO PARA PAT-1 EN TERRENO NORMAL	m ²	11,15	98,13	3.253,01
01.06.04	EXCAVACION DE HOYO PARA PAT-1 EN TERRENO ROCOSO	m ²	9,75	165,78	1.616,36
01.06.05	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-0	U	6,200	29,85	1.850,70
01.06.06	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1	U	2,200	177,98	3.915,56
01.06.07	REUNION Y COMPACTACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-0 CON TIERRA CERNEA	m ²	39,68	45,69	1.861,79
01.06.08	REUNION Y COMPACTACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 CON TIERRA CERNEA	m ²	42,90	93,47	4.025,31
01.07	MONTAJE E INSTALACION DE SISTEMA DE MEDICION EN MURETE				2.014,74
01.07.01	MONTAJE DE MURETE DE CONCRETO CIGARRON 100 KG/m ² + 30% PG	U	9,00	198,18	1.789,92
01.07.02	INSTALACION DE MEDIDOR MULTIFUNCION TOTALIZADOR	U	9,00	79,99	719,91
01.07.03	INSTALACION DE MEDIDOR DE ALUMBRADO PUBLICO	U	9,00	39,99	359,91
01.08	RED SUBTERRANEA				15.010,20
01.08.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA DUCTOS	m ³	91,80	5888	538,63
01.08.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA BUZONES	m ³	6,25	93,47	613,31
01.08.03	REUNION DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m ³	91,00	29,92	2.697,72
01.08.04	INSTALACION DE DUCTOS DE CONCRETO DE 150 MM	U	90,00	26,00	2.347,20
01.08.05	INSTALACION DE BUZONES	U	3,00	366,00	1.110,00
01.08.06	INSTALACION DE CABLE SUBTERRANEO 2XSY DE 3-1135 mm ²	m	40,500	32,51	1.287,90
01.08.07	ESTIMACION DE MATERIALES EXCEDENTE	m ³	11,00	298,50	2.029,50
01.09	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				1.149,87
01.09.01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA RED PRIMARIA	U	1,00	536,13	536,13
01.09.02	PROYECTO, SEALIZACION Y COORDINACION DE ESTRUCTURAS	U	74,00	32,51	2.405,74
01.09.03	OPEDIENTE TECNICO FINALES CONFORME A 08AA (1 ORIGINAL + 3 COPIAS) FISICO Y DIGITAL, APROBADO POR LA CONCESIONARIA	U	1,00	6.050,00	6.050,00
01.10	DESMONTAJE DE RED EXISTENTE				7.062,62
01.10.01	DESMONTAJE DE RED PRIMARIA EXISTENTE	U	22,00	209,40	4.606,60
01.10.02	DESMONTAJE DE RED SECUNDARIA EXISTENTE	U	23,00	123,34	3.273,62
01.11.01	EXAMENES MEDICOS PRE-OCUPACIONALES	U	1,00	3.000,00	3.000,00
01.11.02	SERVICIO DE CHARLAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	U	5,00	500,00	2.500,00
03	TRANSPORTE DE MATERIALES A OBRA				55.536,44
03.01	TRANSPORTE DE MATERIALES	U	1,00	55.536,44	55.536,44
04	SENSIBILIZACION Y CAPACITACION				11.550,00
04.01	COSTO POR SERVICIOS PROFESIONALES	W	1,00	6.500,00	6.500,00
04.02	MATERIALES Y EQUIPOS PARA CAPACITACION	U	1,00	2.550,00	2.550,00
04.03	TRANSPORTE	U	1,00	2.500,00	2.500,00
05	IMPACTO AMBIENTAL				11.000,00
05.01	COSTO POR SERVICIOS PROFESIONALES	W	1,00	6.000,00	6.000,00
05.02	MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	U	1,00	2.500,00	2.500,00
05.03	MONITOREO AMBIENTAL	W	1,00	5.000,00	5.000,00
06	TRANSPORTE				2.500,00
06.01	TRANSPORTE	U	1,00	2.500,00	2.500,00
07	MONITOREO AMBIENTAL				12.249,00
07.01	COSTO POR SERVICIOS PROFESIONALES	W	1,00	10.000,00	10.000,00
07.02	COSTOS DE INTERVENCIÓN ESTABLECIDOS POR MINISTERIO DE CULTURA	U	1,00	999,00	999,00
06.03	MATERIALES Y EQUIPOS	U	1,00	1.250,00	1.250,00
	COSTO DIRECTO				141.011,11