



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

“Análisis de los sistemas de protección para incrementar la
confiabilidad en el Alimentador Cajamarca 005”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR

Aquino Asencio Gilberto (ORCID:0000- 0003- 4550- 9348)

ASESORES

Msc. Reyes Tassara Pedro (ORCID: 0000-0002-0395-7065)

Msc. Salazar Mendoza Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Generación, Transmisión y Distribución de energía.

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por ser mi ser supremo.

A mi amada madre por su inmenso amor, a mis hijos Fernando, Alonso y a mi esposa, por su amor y paciencia.

Asimismo, a mis Tíos, Claudio Asencio Fernández y Elena Pérez Quispe, familiares y amigos que se involucraron en esta senda y me brindaron incondicionalmente su esfuerzo para cumplir con mi meta.

GILBERTO AQUINO ASECIO

Agradecimiento

*A la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo
Por haber aceptado ser parte de ella y
Abierto las puertas de su seno científico
Para poder estudiar mi carrera.
Un agradecimiento especial a las personas
Que me han proporcionado toda la información
Necesaria para elaborar este trabajo.*

Gilberto Aquino Asencio

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Tablas.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	1
1.2 Trabajos Previos.....	3
1.3 Teorías Relacionadas al Tema	4
1.3.1 Sistema de distribución.....	4
1.3.2 Filosofía del sistema de protección.	6
1.3.3 Función de protección.	6
1.3.4 Características de un sistema de protección.	7
1.3.5 Protección primaria y de respaldo.	7
1.3.6 Dispositivos de protección.....	9
1.3.7 Fallas.....	12
1.4. Formulación del Problema.....	13
1.5. Justificación del Estudio	14
1.6. Hipótesis	15
1.7. Objetivos	15
II. MÉTODO	16

2.1	Diseño de investigación	16
2.2	VARIABLES, Operacionalización	16
2.3	Población y muestra	17
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	18
2.4.1	Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	18
2.4.2	Validez y confiabilidad.....	18
2.5	Métodos de análisis de datos.....	18
2.6	Aspectos éticos.....	19
III.	RESULTADOS	20
4.1	Evaluar el sistema de protección de media tensión del alimentador 005	20
4.2	Analizar los sistemas de confiabilidad del alimentador Cajamarca 005.....	22
4.3	Establecer mejoras para incrementar el nivel de confiabilidad.....	28
4.4	Evaluar económicamente las mejoras propuestas.....	32
IV.	DISCUSIÓN.....	37
V.	CONCLUSIONES	39
VI.	RECOMENDACIONESS	40
VII.	REFERENCIAS	41
	ANEXOS	46

Índice de Tablas

Tabla 1.- Porcentaje de ocurrencia de fallas en SEP. Fuente: Cuenca Quinde y Otros, 2018, pág. 28.	13
Tabla 2.- Características del alimentador CAJ005. Fuente: Propia.....	20
Tabla 3.- Evaluación de los recloser. Fuente: Propia	20
Tabla 4.- Recloser que contiene el alimentador CAJ005. Fuente: Propia.....	21
Tabla 5.- Cantidad de fallas y tiempo de sin funcionamiento por dispositivo de protección. Fuente: Propia.....	23
Tabla 6.- Confiabilidad de los registros de equipos apertura dos. Fuente: Propia	27
Tabla 7.- Lista de seccionadores Cut-out mal seleccionados. Fuente: Propia.....	28
Tabla 8.- Clasificación de los tipos de falla que se presentan en el alimentador CAJ005. Fuente: Propia.....	30
Tabla 9.- Motivos generales que pueden apertura el sistema. Fuente: Propia.....	31
Tabla 10.- Aumento de confiabilidad después del cambio de relés. Fuente: Propia	32
Tabla 11.- Cambio de fusible considerando el cálculo de amperaje. Fuente: Propia	33
Tabla 12.- Costo de los cut-out para el cambio. Fuente: Propia.....	34
Tabla 13.- Costo por hora de cambio de seccionadores. Fuente: Propia.....	34
Tabla 14.- Venta de energía durante el año 2018. Fuente: Propia.....	35
Tabla 15.- Horas de trabajo del alimentador CAJ005 durante el año 2018. Fuente: Propia	35
Tabla 16.- Diferencia entre tiempo antes y después de la propuesta de cambio de seccionadores. Fuente: Propia	36
Tabla 17.- Balance de caja sobre el cambio de seccionadores. Fuente: Propia.....	36
Tabla 18.- Indicadores económicos que vuelven factible el cambio de seccionadores. Fuente: Propia.....	36

Índice de Tablas

Figura 1.- Ejemplo de un sistema de potencia. Fuente: Canteno, 2019, p. 4	5
Figura 2.- Esquema Unifilar de un sistema con división en zonas de las protecciones principales. Fuente: Meche C colqqe, y otros, 2015 pág. 64.....	9
Figura 3.- Porcentaje de cut-out mal seleccionados. Fuente: Propia.....	22
Figura 4.- Porcentaje de cut-out según el cálculo de amperaje correspondiente. Fuente: Propia.....	22

RESUMEN

La presente investigación busca determinar la evaluación de los dispositivos de seguridad que tiene el alimentador CAJ 005 debido a que este presenta cortes de energía de manera general saliendo de funcionamiento en su totalidad, esto involucra que los seccionadores no actúen de forma adecuada. Durante el proceso de evaluación se determinó que existen un porcentaje del 20% de seccionadores que se instalaron sin tener en cuenta sus características eléctricas ya que estos están por debajo o por encima de la corriente de operación que deben tener. Esto resulta en accionamiento del seccionador general que comanda toda la troncal así que trabajan con una confiabilidad que llega en algunos casos al 70%. Al concluir la investigación se determinó que el cambio de los seccionadores mal determinados aumenta la confiabilidad de los demás seccionadores ya que trabajan en una configuración de cadena donde algunos de ellos están sujetos al comportamiento de otros.

Palabras clave: Dispositivos, dispositivos de seguridad, alimentador CAJ 005.

ABSTRACT

The present investigation seeks to determine the evaluation of the safety devices that the feeder CAJ 005 has because it has power cuts in general, leaving operation in its entirety, this implies that the disconnectors do not act properly. During the evaluation process it was determined that there is a percentage of 20% of disconnectors that were installed without taking into account their electrical characteristics since these are below or above the operating current they must have. This results in the operation of the general switch that controls the entire trunk so they work with a reliability that in some cases reaches 70%. At the conclusion of the investigation, it was determined that changing badly determined disconnectors increases the reliability of the other disconnectors since they work in a chain configuration where some of them are subject to the behavior of others..

Keywords: Devices,safety devices, feede CAJ005

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

Internacional

En el sistema eléctrico la red de distribución tiene características propias y también un entorno problemático muy independientes de los otros sectores en el campo eléctrico cómo por ejemplo de nivel socioeconómico de la población a la cual distribuye la energía, la geografía del territorio dónde distribuye la energía y la antigüedad del sistema (Bartures Culqui, y otros, 2016 pág. 4)

En Colombia las condiciones climatología afectan de manera cíclica a las redes que se utilizan para la distribución de energía, el hurto que tienen los conductores lo cual provoca que el servicio eléctrico quede suspendido también es otra peculiaridad que afecta solamente al sector distribución. De tal manera Cárdenas y Garzón establecen que los mantenimientos que se realizan en cuanto al funcionamiento de los equipos eléctrico provocan costos en las empresas distribuidoras, ya que las intervenciones que se realizan en periodos establecidos no tienen la capacidad de controlar las fallas eléctricas y mecánicas e los materiales y equipos de la red, teniendo con ello fallas que se presentan por rotura, envejecimiento prematuro y otros defectos generales que aparecen de manera cotidiana (Bartures Culqui, y otros, 2016 pág. 4)

Entre las fallas que se presentan en sistemas eléctricos en distribución se encuentran las fallas por cortocircuitos causados por una serie de variables de acuerdo a la geografía y funcionamiento, estos cortocircuitos dan como resultados la aparición de corrientes anormales que dañan los componentes de las redes, estas fallas o daños que causan en su gran mayoría son impredecibles, por lo que es imperativo que los sistemas de distribución tengan los sistema de protección adecuados y de manera muy coordinada entre ellos con la finalidad de reducir los tiempo de interrupción del suministro, los efectos a largo plazo de las fallas, mantener la calidad del servicio eléctrico y mejorar la continuidad del mismo con esto reducir el número de usuarios afectado y sobre todo

mantener los estándares de seguridad para la vida humana (Ramírez Castaño, 2015 pág. 4).

Nacional

Las entidades nacionales en el Perú involucran que se mantenga en cumplimiento de la normativa en cuanto a servicios de calidad y seguridad para la distribución de energía eléctrica. Entre las razones en las cuales las redes de distribución logran el concepto de calidad de porque brindan el servicio de electricidad de una manera adecuada, continua, confiable, segura y oportuna para todos los usuarios a los cuáles distribuye la energía. Las obligaciones que se presentan están estipuladas en la normativa del país de carácter general en todos los contratos de servicio o modalidad por la que se le brinda concesión a la empresa correspondiente en estos se emiten las medidas administrativas y/o los mandatos de carácter particular que deben seguir las empresas para poder dar el servicio cómo concesionaria de una zona exclusiva. Con esto se establece que el país tiene normativa vigente para poder desarrollar infraestructura eléctrica eficiente que ópera de manera confiable y que cumple con las normas de seguridad y de calidad de servicio que necesita el usuario para poder utilizar la energía (OSINERMIN, 2016 pág. 199).

Pero aun así las fallas se siguen mostrando por ejemplo la empresa HIDRANDINA S.A. Tiene el sistema eléctrico Trujillo Sur el circuito de su TSU - 016 presenta una problemática sobre las interrupciones eléctricas las cuales se identificaron que han sido causadas a causa de que los desajustes en los equipos de protección conllevan a apertura del alimentador de media tensión. Este alimentador en casi en su totalidad tiene o distribuye energía a clientes industriales en los cuales las cargas y consumos aumenten de manera variable debido a que están en constante modificación lo que así los parámetros de operación también deben variar constantemente. Para hacer de manera más específico qué versión se puede tomar cómo ejemplo de relé principal GE F560 Qué no cumple con el criterio de coordinación en cuanto a la corriente nominal del mismo, Este relé está programado en su curva del tiempo inverso con una corriente de 480 amperios primarios, y teniendo el circuito protegido una corriente de 627 Amperios. Lo cual denota el desajuste del equipo de protección en tal sentido al actualizar los ajustes del relé de protección principal hace necesario la modificación de los ajustes del

resto de equipos de protección de la radial ubicados aguas abajo (Herrera Dominguez, 2015 pág. 1)

Local

En el ámbito local la problemática radica en las fallas que presenta el alimentador Cajamarca 005 que abarca los sectores de San Juan, Choropampa, Asunción, Sunchubamba y anexos, perteneciente a la empresa concesionaria de la zona en el cual se manifiestan de manera muy recurrentes fallas asumidas por mal funcionamiento de los equipos de protección que tiene este. La solución técnica no corresponde a ningún análisis de ingeniería solamente a la suposición del personal de emergencias que recurre a solucionar de manera práctica y rápida la eventualidad que se presenta esto hace que no se tome una decisión y sigan existiendo las fallas hasta el momento.

1.2 Trabajos Previos

Tesis

Loyaga

(2016) en su trabajo de investigación “ESTUDIO DE MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD DEL ALIMENTADOR EN MEDIA TENSIÓN TINTAYA 01, EN LA PROVINCIA DE ESPINAR” para obtener el título de Ingeniero Eléctrico manifiesta que dentro del análisis de confiabilidad se consideran dos aspectos: estudio histórico y estudio predictivo. El primero corresponde al cálculo de las tasas de falla y tiempo de reparación del equipo, por otra parte el estudio predictivo, consiste en determinar los índices del sistema, tales como SADI(Índice de duración de interrupciones promedio del sistema), DEC(Duración Equivalencia por Consumidor) y FEC(Frecuencia Equivalente por Consumidor); con la finalidad de realizar un análisis de los resultados del estudio histórico buscando así diferentes alternativas de mejora para el alimentador seleccionado en estudio. Estas alternativas de mejora se

comparan mediante un análisis técnico-económico con el fin de determinar la solución más rentable para la empresa.

Velásquez (2015) en su trabajo de investigación “Ampliación del sistema eléctrico y mejoramiento de la confiabilidad del alimentador SM – 03, Vilcabamba, La Convención – Cusco” para adquirir el título de Ingeniero Electricista, debido a la necesidad de la falta del servicio de energía eléctrica en la población Vilcabambina, se propuso y decidió ampliar los alimentadores en media tensión más cercanos e interconectados para mejorar la confiabilidad, tomando aspectos técnicos y económicos, con ello el diagnóstico del alimentador actual para luego seleccionar y desarrollar la mejor alternativa para suplir aquella necesidad del servicio de energía eléctrica, así mismo buscando a futuro satisfacer las demandas de este servicio.

1.3 Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1 Sistema de distribución

Un sistema de potencia está compuesto por cuatro etapas distribución, utilización, transmisión y generación y su principal función es llevar energía eléctrica desde los centros de generación hasta los usuarios finales que la consumirá de manera segura y bajo estándares de calidad normados según el país donde se desarrolle (Centeno Cardeña, 2019 pág. 4).

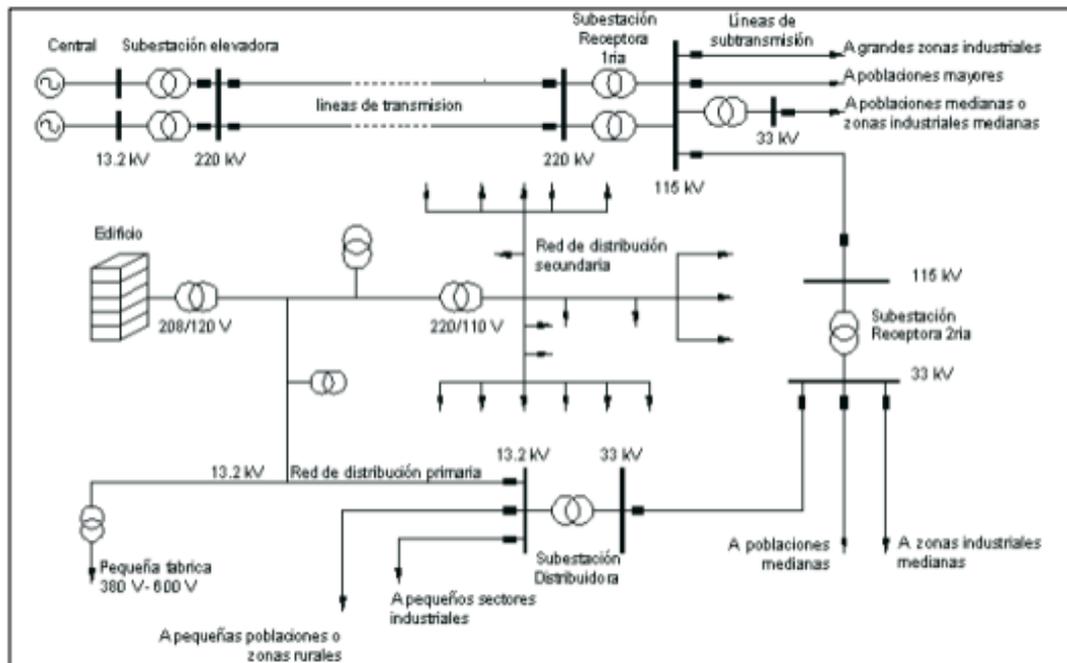


Figura 1.- Ejemplo de un sistema de potencia. Fuente: Canteno, 2019, p. 4

En la etapa solamente de distribución se ubican diversos elementos que permiten gracias a estos transportan energía al usuario final ya sea comercial, industrial o residencial entre estos los primeros componentes son:

- a) Sub estaciones. – Estas son parte primordial de un sistema de potencia y forman parte de la cadena entre las centrales generadoras, los sistemas de transmisión, los sistemas de distribución y las cargas finales. Estos elementos pueden ser clasificados por su ubicación si es interior o exterior, su nivel de tensión, por su propia clasificación y su nivel de tensión (Gonzales Gonzales, y otros, 2015).
- b) Red y Líneas Primarias. - Estos son los elementos que sirven para transportar la energía hacia las subestaciones de distribución de donde parten con tensiones más reducidas las líneas y redes secundarias, las líneas y redes primarias generalmente se llaman alimentadores o troncales y son de conductor desnudo de aluminio a menos que sean subterráneos que utilizan conductores aislados (Gonzales Gonzales, y otros, 2015 pág. 23).

c) Red secundaria. - estas son las redes de bajo voltaje que sirven para la distribución a clientes finales de pequeños consumidores como residencias, edificios, oficinas, pequeñas industrias o pequeños comercios, estos también puede ser aéreos o subterráneos de acuerdo a las condiciones de las ciudades (Gonzales Gonzales, y otros, 2015 pág. 23).

1.3.2 Filosofía del sistema de protección.

Un sistema de protección debe estar destinado a reducir, mitigar o minimizar en última instancia los efectos que se originaran al producirse alguna perturbación o algún tipo de falla. Este sistema tiene como objetivo mantener la continuidad y calidad del servicio y brindar la protección correspondiente a personas y equipos. Un sistema eléctrico de potencia debe tener la capacidad de suministrar energía y potencia al menor costo posible y en las mejores condiciones, en el tiempo y lugar donde se requiera, pero por momentos este se aparte de su funcionamiento normal, es cuando el sistema de protección debe cumplir su función y mantenerlo el mayor tiempo posible en un estado normal. Las irregularidades eléctricas en un sistema de potencia están determinados entre los mili y microsegundos, lo que obliga a que la protección y detección de estas irregularidades activen los mecanismos automáticos que deben ser fabricados para accionarse antes que la irregularidad afecte a las cargas o el sistema en si por lo que los mecanismos automáticos de los sistemas de protección son de muy alta velocidad con sistemas automáticos porque un sistema manual será imposible accionar de manera certera las protecciones (Cuenca Quinde, y otros, 2018 pág. 25)

1.3.3 Función de protección.

La función primordial del SEP es causar la rápida expulsión del servicio en el momento que soporta un cortocircuito o, en el momento en que dicho sistema se aplica de manera anormal. Además de lo mencionado, existe una función secundaria que consiste en indicar la localización y el tipo de falla. La otra función del sistema de protección, es la desconexión automática del equipo que ha experimentado

una falla en el sistema o régimen anormal en la operación, con la finalidad de disminuir daños y rehuir que la operación normal del sistema sea afectada. La protección es fundamental y es parte principal del sistema de automatización del sistema eléctrico de potencia contra las averías, y su importancia en instalaciones eléctricas de potencia, radica en su operación continua, ya que sin ella sería imposible (Roque Paucar, 2016 pág. 13).

1.3.4 Características de un sistema de protección.

Un sistema de protección debe contar con ciertas características que deben ser tomadas en cuenta:

- Sensibilidad.- ese debe tener la capacidad de identificar condiciones fuera de lo normal los equipos que protege por más pequeñas que estas sean (Roque Paucar, 2016 pág. 14).
- Selectividad.- Aunque el sistema debe ser capaz de detectar todas las fallas que se presenten en una determinada zona, debe tener con las protecciones de zonas adyacentes una coordinación debida (Roque Paucar, 2016 pág. 15).
- Rapidez.- Cuando la falla es detectada esta debe ser aplacada lo más rápido posible con la intención de minimizar los daños que se puedan producir en los elementos del sistema de potencia, disminuyendo el tiempo en que se verán expuestos a esta falla (Roque Paucar, 2016 pág. 15).
- Confiabilidad.- Esta es la posibilidad de que un sistema o elemento cumpla con su función de una manera satisfactoria durante un intervalo de tiempo establecido en un ambiente natural (Chusin Cayo, y otros, 2015 pág. 23)

1.3.5 Protección primaria y de respaldo.

En un sistema de potencia todos los elementos deben estar protegidos correctamente. Un sistema de protección cuenta con dispositivos que se involucran en el cuidado de los elementos dentro de una zona de protección, llamados protecciones de tipo unitaria, la mayoría de elementos de protección pueden detectar perturbaciones fuera de la zona de protección en zonas adyacentes por lo que las protecciones que pueden responder por perturbaciones dentro de su zona de protección se ven respaldadas por otras protecciones que pueden responder por fallas generadas en zonas adyacentes a las primeras protecciones.

- Protección primaria. - En un sistema eléctrico de distribución se establecen zonas principales de protección señalados por líneas de trazos en los planos para su fácil identificación, enmarcando cada elemento que pertenezca al sistema como transformadores, generadores, líneas de transmisión y barras. La zona por cada elemento del sistema los interruptores que conectan el elemento mencionado al sistema. Si se origina una falla en un área determinado como zona de protección primaria se provocaría el disparo de los interruptores dentro de la zona por parte de los relés de protección. Estas zonas llamadas de protección principal están determinadas para que exista un traslape sobre los interruptores. Esta acción se realiza con la intención de disminuir las probabilidades de que haya áreas no protegidas o espacios muertos una falla sobre una zona traslapada, provocara el disparo de todos los interruptores de protección de la zona principal. Este disparo es muy necesario debido a que una falla originada dentro de un área de la zona traslapada es de manera directa una falla en un interruptor y no existe seguridad total que un interruptor opere correctamente (Meche Ccolqque, y otros, 2015 pág. 63)

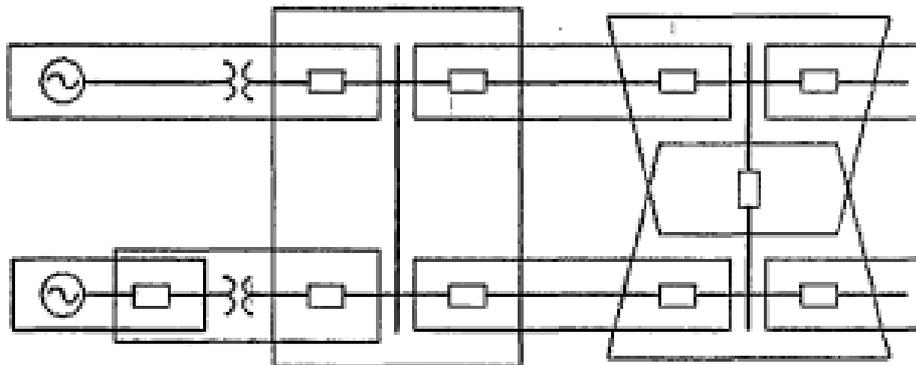


Figura 2.- Esquema Unifilar de un sistema con división en zonas de las protecciones principales.
Fuente: Meche C colqqe, y otros, 2015 pág. 64

Fuente: Russell, C, (1982).

- Protección de respaldo.- Estas son protecciones que se instalan para poder proteger de los posibles fallos de los interruptores y protecciones primarias, las causas para las que se instalan estas protecciones es por fallas en el relé que pueden originarse por la fuente de alimentación de CC de los circuitos de control y disparo, por falla en los circuitos de alimentación CA, fallas en los cables de congestionamiento, en los transformadores de medidas, fallas directas al propio relé y fallas en los dispositivos auxiliares, hablando propiamente del interruptor las causas que pueden originar una falla en el podrían ser fallas mecánicas en el dispositivo de disparo, falla en los contactos principales del interruptor, falla en el circuito de disparo por la alimentación o que la bobina de disparo este en cortocircuito o en circuito abierto. Por lo que la protección de respaldo debe ser un apoyo tanto para interruptor o para el relé propiamente dicho esto conlleva a que debe ser instalada de tal forma que cualquier dispositivo o elemento que en un momento dado produzca una falla en la protección principal, no origine una falla en el sistema de protección de respaldo así que como recomendación se pide duplicar los circuitos de control y disparo y hasta los transformadores de medida. Solo se debe tener como condición predominante que la protección de respaldo no efectúe acción hasta que la principal haya cumplido con su función de disparo aro (Meche Ccolqqe, y otros, 2015 pág. 65).

1.3.6 Dispositivos de protección

Los dispositivos básicos de protección son:

a) Transformador de corriente

Son equipos que transforman corriente de un valor original a un nivel que soportable y trabajable para otros equipos, por lo común este es un valor muy pequeño comparado con el original. Como objetivo principal de este tipo de maquina eléctrica es teniendo una réplica idéntica de onda de corriente a la original tanto en ángulo como en magnitud, aunque idealmente es posible en la realidad es imposible tener una reproducción exacta al 100% igual que la señal original, ya que es requerido una pequeña fracción de intensidad para poder magnetizar el núcleo del transformador, y también se le suma la intensidad que se transforma en pérdidas del mismo núcleo. Estos elementos cuando se diseñan para la protección de sistemas de potencia son hechos para que puedan soportar intensidades enormes de corriente eléctrica y aun así no ingresen a su zona de saturación, y también se espera de ellos que trabajen a grandes voltajes al estar sujetas a una impedancia fija (Guano Sinchiguano, 2017 pág. 10).

b) Transformador de voltaje

La función que tienen los transformadores de voltaje es aislar los circuitos que se conectan en el lado secundario de los circuitos o del sistema que está conectado en el lado primario, los circuitos que se conectan al lado secundario o los equipos conectados a este lado, son equipos de protección, equipos de medida y equipos de control. Es decir estos tienen el mismo criterio de funcionamiento de los transformadores de corriente así su objetivo o su misión es la de poder entregar De manera idéntica onda que llega al lado primario del transformados para su posterior uso en el lado secundario (Guano Sinchiguano, 2017 pág. 10).

El transformador de voltaje puede ser divisores de voltaje mixtos que es un siempre arreglo de resistencias, capacitores e inductores, también Transformadores de potencial que tiene un gran parecido a los formadores que se utilizan para la red de distribución, La principal diferencia entre estos dos transformadores radica en qué es núcleo de los transformadores trifásicos se componen de 5 columnas con debido

a que la finalidad de este transformador es que pueda pasar el flujo magnético, mientras que los transformadores de potencial llamados capacitivos son un juego de capacitores que se encuentran conectados en serie desde tierra, en el cual el voltaje requerido en el secundario es el que contiene el último condensador de esta serie (Guano Sinchiguano, 2017 pág. 11).

c) Relés de protección

Esos equipos de protección son equipos que actúan cuando sienten que alguna de las señales eléctricas a las cuales están calibrados varían. Estas señales pueden ser la corriente, la frecuencia, el ángulo de fase, magnitud de voltaje entre otros puntos. Estos equipos también tienen la característica de poder brindar información o datos concernientes a las fallas que ocurrieron y produjeron su apertura, los que servirán para análisis posteriores que permitirán dar con la afectación y origen de la falla (Guano Sinchiguano, 2017 pág. 12)

Los tipos de relés dependen de su funcionamiento, los relés electromecánicos tipo solenoide funcionan al ser atravesados por una corriente superior a la corriente de umbral que se les establece siendo esta alza de nivel la que acciona el mecanismo mecánico debido a la fuerza electromotriz que se genera, los relés electromecánicos de inducción operan mediante el torque que se origina al no tener un campo magnético constante en el tiempo, los relés estáticos o de estado sólido son accionados mediante electrónica de potencia no poseen contactos móviles, los relés digitales cuentan con accionamiento electrónico pero con conversión analógica/digital y por último los relés numéricos que funcionan a base de algoritmos los cuales pueden ser programados en varios conjuntos de funciones (Guano Sinchiguano, 2017 pág. 13).

d) Relés de protección para sobrecorrientes

Estos equipos funcionan como una protección primaria o principal para la línea de transmisión o los alimentadores, además también se utilizan como protección de respaldo para barras, transformadores, generadores y líneas. Para poder

determinar el funcionamiento de un relé de protección para sobrecorriente, se debe establecer primero qué significa una sobre corriente, una sobrecorriente es cualquier corriente eléctrica que exceda el valor nominal de la capacidad del equipo del equipo de protección, debido a que el equipo de protección se determina según la corriente que puede soportar el conductor al cual va a proteger, una sobre corriente puede ser causa por un cortocircuito, falla a tierra o una sobrecarga atmosférica (Guano Sinchiguano, 2017 pág. 14).

e) Relés de protección para sobrecorrientes direccional

En un sistema de corriente alterna el sentido de la corriente es un aspecto relativo es decir que la dirección de una corriente eléctrica solo se puede establecer si esta es comparada con alguna otra variable que sirva de referencia, así como sucede en los sistemas de distribución de anillo o malla, en donde existen más de una fuente de alimentación lo que crea corrientes bidireccionales, en lo que es difícil establecer que corrientes son las que surgen o van hacia la falla y que corrientes son las normales del sistemas, lo que causa como consecuencia que los equipos de protección desconecten el circuito y no cumplan con la prioridad básica de selectividad de un equipo de protección. La solución que se presenta a este problema es que se tenga en cuenta el flujo de corriente activa, así se podrá determinar un sistema de protección basado en la potencia activa lo que hará que dicho equipo solamente trabaje bajo las condiciones de estas corrientes y no apertura el circuito cuando fluya alguna corriente opuesta a esta (Guano Sinchiguano, 2017 pág. 18).

1.3.7 Fallas

Una falla es un término que se define en el sistema eléctrico como un cambio de las variables de operación del sistema que no está dentro de un margen de operación, a una falla también se le puede determinar como una perturbación en un parámetro, la causa se le puede atribuir a varias opciones como sobrecarga, cortocircuito, descargas atmosféricas, contaminación del ambiente, sabotaje entre otras. En los sistemas de bajo

voltaje las fallas son mucho mayores debido a que existen más equipos y elementos involucrados (Cuenca Quinde, y otros, 2018 pág. 28)

TIPOS DE FALLAS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS	
Fallas tipo derivación. (flameos)	El 72% de las fallas son monofásicas. El 22% de las fallas involucran dos fases. El 6% de las fallas son trifásicas.
Falla tipo serie - Fase abierta.	Polo abierto de interruptor, rotura del conductor de fase.

Tabla 1.- Porcentaje de ocurrencia de fallas en SEP. Fuente: Cuenca Quinde y Otros, 2018, pág. 28.

Al cambiar las condiciones de operación de un sistema eléctrico se presentan consecuencias no deseadas que alteran el equilibrio esperado como las corrientes de cortocircuito causan sobrecalentamiento y la quema de conductores y equipos asociados, aumento en las flechas de conductores (efectos térmicos), movimientos e n conductores, cadenas de aisladores y equipos (efectos dinámicos). Otros aspectos que se presentan son fluctuaciones severas de voltaje, desbalances que ocasionan operación indebida de equipos, fluctuaciones de Potencia, inestabilidad del sistema de potencia, prolongados cortes de energía que causan desde simples incomodidades hasta grandes pérdidas económicas a los usuarios, dependiendo de si este es residencial, comercial o industrial, daños graves a equipos y personas y por ultimo aparición de voltajes peligrosos en diferentes puntos del sistema (Cuenca Quinde, y otros, 2018 pág. 29)

1.4. Formulación del Problema

¿Cómo analizar los sistemas de protección con el fin de incrementar la confiabilidad en el alimentador Cajamarca 005?

1.5. Justificación del Estudio

Técnica

La justificación técnica se da ya que la solución que se plantea abarca el campo técnico se determinaran parámetros técnicos que se estudiaran y analizaran para establecer un nuevo conocimiento que podrá aplicarse y dependiendo de la profundidad de la solución podría generar un antecedente para futuros problemas en alimentadores con características similares.

Económica

La justificación económica viene dada a que el mal funcionamiento del alimentador genera pérdidas de energía y potencia que deben ser analizadas, lo que cuesta a la empresa concesionaria de la zona y se ve reflejada en sus balances mensuales de venta de energía, además que los cortos imprevistos también podrían recuperarse ya que un corto prolongado provoca disminuir los indicadores de calidad de servicio y pone a disposición de multas por parte del órgano regulatorio a la empresa concesionaria.

Social

La justificación social se da debido a que la energía eléctrica se establece como un servicio que involucra el desarrollo de la sociedad, ahora esto no es del todo cierto en general no solo el tener energía es factor contribuyente al desarrollo sino el que esta energía sea confiable, ya que el depender de ella para el desarrollo social mediante aumento en la económica o mejoras de salud o seguridad no serían del todo bondades si es que la confiabilidad del sistema no permite que este brinde el servicio de calidad.

Ambiental

La justificación ambiental viene dada por las tendencias de los controles de calidad que actualmente apuntan al uso eficiente de la energía esto se da a que la generación en horas punta usa como respaldo para satisfacer la demanda central térmicas que son la más contaminantes por ser de combustión, por lo tanto, ahorrar energía evitando

perdidas innecesarias contribuye a que estas no produzcan más de lo requerido y así disminuyan su contaminación al ambiente.

1.6. Hipótesis

Si se analiza los sistemas de protección entonces se podrá incrementar la confiabilidad del alimentador Cajamarca 005

1.7. Objetivos

General

Analizar los sistemas de protección para incrementar la confiabilidad en el alimentador Cajamarca 005.

Específicos

- a) Evaluar el sistema de protección de media tensión del alimentador 005
- b) Analizar los sistemas de confiabilidad del alimentador Cajamarca 005
- c) Establecer mejoras para incrementar el nivel de confiabilidad.
- d) Evaluar económicamente las mejoras propuestas

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

En cuanto a la investigación se plantea una investigación cuantitativa que donde se expondrá una realidad con manipulación de las variables por lo que se establece una investigación de diseño **NO EXPERIMENTAL**.

Además, la investigación planteada obedece al tipo de **INVESTIGACIÓN APLICADA** debido a que los resultados obtenidos podrán ser utilizado directamente para solucionar el problema que origina la investigación y además por el tipo de recojo de datos también se establece como un tipo de **INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA**.

2.2 Variables, Operacionalización

Variable independiente

ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA
ALIMENTADOR

Variable dependiente

CONFIABILIDAD DEL ALIMENTADOR

Operacionalización de variables

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA ALIMENTADOR	sistemas de protección para alimentador	Determinar los indicadores de protección	Amperios Voltios Potencia	Razón
		Evaluar los indicadores de protección	Bueno/malos	Intervalo
Variables Dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
CONFIABILIDAD DEL ALIMENTADOR	Continuidad del servicio mientras cumple con los requerimientos de calidad y seguridad.	Determinará las pérdidas de energía	Kilowatts hora	Razón
		Determinar las pérdidas de potencia	watts	Razón
		Determinará el tiempo de desabastecimiento de energía	horas	Razón
		Determinar intervalos entre cortos de energía	horas	razón

2.3 Población y muestra

Población muestra

Perdidas de energía en el alimentador Cajamarca 005

Cortos de suministro de energía en el alimentador Cajamarca 005

Mediciones de voltajes en el alimentador Cajamarca 005

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnica e instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Instrumentos	Finalidad
Observación directa	Ficha levantamiento topográfico	Determinar los dispositivos de protección del alimentador así como sus parámetros de funcionamiento
Análisis de documentos	Ficha de análisis de documentos registros de ventas de energía	Se utilizara para recoger los datos de los registros de venta de energía en cuadro a venta y perdidas de la misma
	Ficha de análisis de documentos de registro de fallas del alimentador	Se utilizara para recoger los datos de fallas y sus causas del alimentador

2.4.2 Validez y confiabilidad

Los instrumentos de adquisición de datos se validaron durante el proyecto de este informe por medio de la firma de tres especialistas en el área de distribución eléctrica y con respecto a la confiabilidad se determinará por medio de una declaración jurada que se dispondrá en el informe de investigación.

2.5 Métodos de análisis de datos

Se utilizará solamente estadística descriptiva para determinar la situación del alimentador y establecer los valores de cálculo para el análisis de los parámetros a estudiar.

2.6 Aspectos éticos

Se mantendrá en reserva la información que pueda causar un conflicto de intereses dentro de la investigación, y se tendrá en cuenta el consentimiento de los involucrados para poder utilizar la información que sea brindada. Se respetará los derechos de autor de los textos de cualquier publicación de la cual sea utilizada la información, citándolos dentro del informe del proyecto.

III. RESULTADOS

4.1 Evaluar el sistema de protección de media tensión del alimentador 005

El alimentador CAJ 005 es un alimentador de distribución que tiene dentro de la función de llevar energía a 468 sub estaciones sus características generales que enfocan esta investigación se muestra como sigue:

Alimentador	CAJ005
Sub estaciones	468
Potencia total instalada (KVA)	6021
Seccionadores cut-out	136
Recloser Seccionador general	6 Interruptor IN 2012

Tabla 2.- Características del alimentador CAJ005. Fuente: Propia

Los seccionadores cut-out y recloser están distribuidos de tal manera como se muestra en los planos en los anexos a este informe, las potencias que se cubren por cada seccionador y recloser dependen de las potencias de cada sub estación que se han instalado y preceden a dicho dispositivo, la evaluación se realiza de dos maneras según el cálculo y según el requerimiento técnico del proveedor de cut-out.

CONDICIÓN	EVALUACIÓN			
	CATALOGO		CÁLCULO	
CORRECTO	122	90%	108	80%
INCORRECTO	13	10%	27	20%

Tabla 3.- Evaluación de los recloser. Fuente: Propia

Los recloser se evaluaron de manera diferente ya que este se determina sin especificación técnica de manual solo se requiere el cálculo del amperaje sea menor a la capacidad del recloser todos los recloser son de 630 A para lo cual se tiene:

DISPOSITIVO	POTENCIA DE LAS SUB ESTACIONES (KVA)	AMPERAJE CALCULADO (A)
RECLOSER ELECTRONICO I371698	1075.00	47.07
RECLOSER ELECTRONICO I371697	2605.00	114.07
RECLOSER ELECTRONICO I371695	310.00	13.58
RECLOSER ELECTRONICO I371498	590.00	25.84
RECLOSER ELECTRONICO I371498	590.00	25.84
RECLOSER ELECTRONICO I371696	3817.50	167.17

Tabla 4.- Recloser que contiene el alimentador CAJ005. Fuente: Propia

La evaluación concluye que las protecciones que se instalaron en el alimentador no han sido bien seleccionadas debido a que no cumplen con la especificación técnica del catálogo.

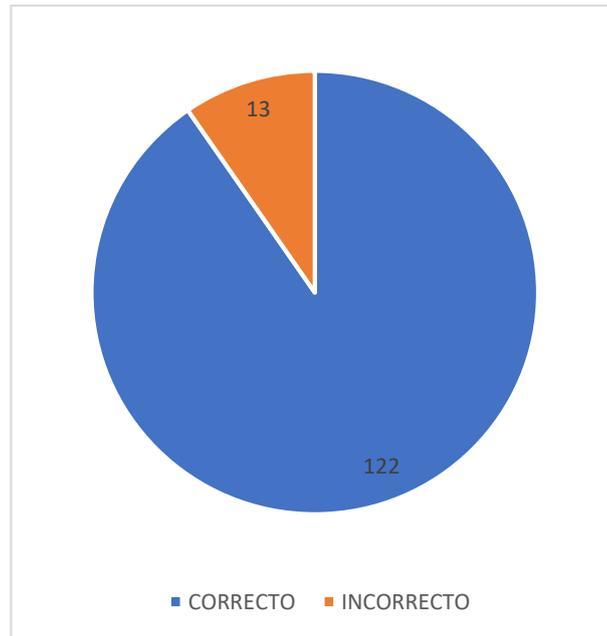


Figura 3.- Porcentaje de cut-out mal seleccionados. Fuente: Propia

Pero la falla de selección de cut-out según lo calculado es mayor a esta

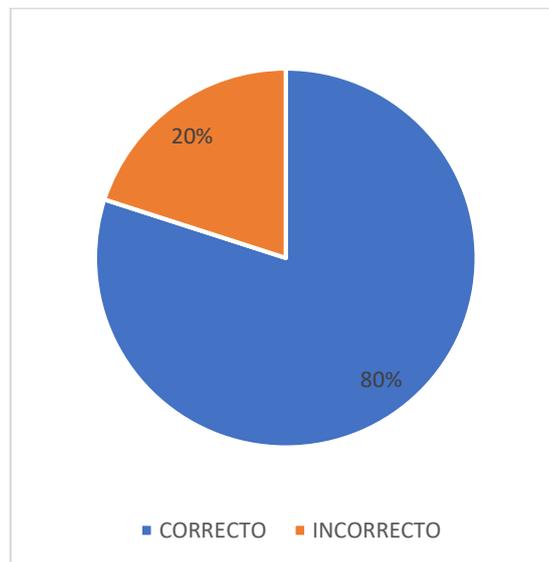


Figura 4.- Porcentaje de cut-out según el cálculo de amperaje correspondiente. Fuente: Propia

4.2 Analizar los sistemas de confiabilidad del alimentador Cajamarca 005

Para determinar la confiabilidad de los equipos se estableció las fallas según el registro de la concesionaria para todo el año 2018. Teniendo la ocurrencia de fallas como se muestra en el anexo 3.

La cantidad de fallas que se registraron en el 2018 en los equipos de protección fueron:

DISPOSITIVO	FALLAS	TIEMPO
Recloser IN 2012	11	1:37:22
Recloser I371695	2	9:36:15
Recloser I371696	2	1:35:04
Recloser I371697	13	27:57:39
Recloser I371698	1	2:33:00
Cut-Out I370916	1	3:30:00
Cut-Out I371067	1	14:54:00
Cut-Out I371172	1	3:18:15

Tabla 5.- Cantidad de fallas y tiempo de sin funcionamiento por dispositivo de protección. Fuente: Propia

Cada seccionador establece una secuencia en forma de cadena como se aprecia en el anexo dos por lo tanto el que no funcione uno de ellos establece que todos los cut-out anteriores no funcionaron de manera correcta. El análisis de confiabilidad se realiza mediante la aplicación de la fórmula de confiabilidad que identifica que tan confiable es el equipo en su desempeño. Se debe calcular el tiempo medio entre fallas esto se realiza por medio de la división del tiempo de operación y el número de fallas.

$$MTBF = \frac{TO}{NP}$$

Dónde:

MTBF : Tiempo medio entre fallas
 TO : Tiempo de operación
 NP : Número de paradas

Donde el tiempo de operación se determinará entre la diferencia del tiempo de evaluación que en esta investigación se planteó de un año y el tiempo que tuvo el dispositivo detenido sin ejercer su función.

A partir de esto se calcula el indicador de tasas de falla.

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

Y por último la confiabilidad de los equipos:

$$R_{(t)} = e^{-\frac{\lambda t}{100}}$$

Como se menciona el registro de fallas obedece a un año y según la posición la apertura de un seccionador o recloser involucra que toda la cadena de dispositivos anteriores a este también ha fallado por lo que se establece el cálculo de confiabilidad como sigue.

N°	Código	TIEMPO DE EVALUACION	TIEMPO DE PARADA	FALLAS	MTBF	Tasa de falla λ	Confiabilidad (R)
1	I370735	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
2	I371439	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
3	I371029	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
4	I370990	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
5	I370738	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
6	I371358	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
7	I371357	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
8	I371356	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
9	I370736	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
10	I370737	8760	29.58	26	336	0.0030	77.0%
11	I371483	8760	1.62	26	337	0.0030	77.1%
12	I371484	8760	1.62	26	337	0.0030	77.1%
13	I371156	8760	1.62	26	337	0.0030	77.1%
14	I371080	8760	5.12	26	337	0.0030	77.1%
15	I371027	8760	5.12	26	337	0.0030	77.1%
16	I371155	8760	1.62	26	337	0.0030	77.1%
17	I370842	8760	1.62	26	337	0.0030	77.1%
18	I371429	8760	1.62	26	337	0.0030	77.1%
19	I371430	8760	1.62	26	337	0.0030	77.1%
20	I370803	8760	1.62	26	337	0.0030	77.1%
21	I371455	8760	11.23	26	336	0.0030	77.1%
22	I371743	8760	12.81	26	336	0.0030	77.1%
23	I371264	8760	3.21	26	337	0.0030	77.1%

24	RECLOSER ELECTRONICO I371698	8760	3.21	26	337	0.0030	77.1%
25	I371428	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
26	I371403	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
27	I370782	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
28	I371522	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
29	I371453	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
30	I371482	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
31	I372086	8760	6.51	25	350	0.0029	77.9%
32	I371468	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
33	I371225	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
34	I371493	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
35	I371070	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
36	I371273	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
37	I371065	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
38	I371046	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
39	I370831	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
40	I371404	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
41	I371169	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
42	I372084	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
43	I372083	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
44	I371405	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
45	I370829	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
46	I371018	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
47	I371412	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
48	I371454	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
49	I371170	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
50	I371265	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
51	I371159	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
52	I371323	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
53	I371201	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
54	I371442	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
55	I371364	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
56	I371692	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
57	I371056	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
58	RECLOSER ELECTRONICO I371697	8760	3.21	25	350	0.0029	77.9%
59	I370824	8760	3.21	12	730	0.0014	88.7%
60	I371657	8760	18.11	12	728	0.0014	88.7%
61	I370796	8760	18.11	12	728	0.0014	88.7%
62	I371354	8760	18.11	13	672	0.0015	87.8%
63	I370916	8760	18.11	13	672	0.0015	87.8%

64	I370663	8760	18.11	12	728	0.0014	88.7%
65	I371871	8760	18.11	12	728	0.0014	88.7%
66	I370662	8760	18.11	12	728	0.0014	88.7%
67	I371691	8760	18.11	12	728	0.0014	88.7%
68	I370978	8760	18.11	12	728	0.0014	88.7%
69	I371150	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
70	RECLOSER ELECTRONICO I371695	8760	18.11	16	546	0.0018	85.2%
71	I370957	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
72	I371365	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
73	I371804	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
74	I370610	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
75	I370979	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
76	I370602	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
77	I370600	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
78	I370666	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
79	I371172	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%
80	I371366	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
81	I371744	8760	18.11	14	624	0.0016	86.9%
82	I370757	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%
83	I370937	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%
84	I370938	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%
85	I370936	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
86	I371167	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
87	I371318	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
88	I371077	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
89	I371321	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
90	I371411	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
91	I372040	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
92	I370799	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
93	I372044	8760	1.62	14	626	0.0016	86.9%
94	I372043	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
95	I372042	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
96	I370841	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
97	I370841	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
98	I370843	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
99	I371168	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I370840	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I370798	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I372049	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I371320	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I371319	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%

##	I370759	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I370758	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	RECLOSER ELECTRONICO I371498	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I371838	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371847	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371837	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371837	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371837	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371850	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	S3	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371832	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371842	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371352	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371316	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371297	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371317	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371857	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	NN2	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371035	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371058	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371034	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371059	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371841	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	RECLOSER ELECTRONICO I371694	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I371067	8760	0.00	15	584	0.0017	86.1%
##	I370113	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I371744	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	RECLOSER ELECTRONICO I371696	8760	0.00	14	626	0.0016	86.9%
##	I370964	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%
##	I371541	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%
##	I371263	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%
##	I371262	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%
##	I371261	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%
##	I371260	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%
##	I371804	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%
##	I370958	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%
##	I371505	8760	0.00	12	730	0.0014	88.7%

Tabla 6.- Confiabilidad de los registros de equipos apertura dos. Fuente: Propia

4.3 Establecer mejoras para incrementar el nivel de confiabilidad.

Para determinar las mejoras se establece el cambio en los relés que se evaluaron de forma negativa por el cálculo echo teniendo.

N°	Código	TIEMPO DE EVALUACION	TIEMPO DE PARADA	FALLAS	MTBF	Tasa de falla λ	Confiabilidad (R)	EVALUACION SEGÚN CALCULO
10	I370737	8760	32.13	26	336	0.0030	77.0%	INCORRECTO
16	I371155	8760	32.13	26	336	0.0030	77.0%	INCORRECTO
20	I370803	8760	32.13	26	336	0.0030	77.0%	INCORRECTO
27	I370782	8760	29.58	25	349	0.0029	77.8%	INCORRECTO
34	I371493	8760	29.58	25	349	0.0029	77.8%	INCORRECTO
38	I371046	8760	29.58	25	349	0.0029	77.8%	INCORRECTO
39	I370831	8760	29.58	25	349	0.0029	77.8%	INCORRECTO
45	I370829	8760	29.58	25	349	0.0029	77.8%	INCORRECTO
62	I371354	8760	5.12	13	673	0.0015	87.8%	INCORRECTO
63	I370916	8760	5.12	13	673	0.0015	87.8%	INCORRECTO
65	I371871	8760	1.62	12	730	0.0014	88.7%	INCORRECTO
71	I370957	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%	INCORRECTO
76	I370602	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%	INCORRECTO
77	I370600	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%	INCORRECTO
80	I371366	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%	INCORRECTO
97	I370841	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%	INCORRECTO
103	I371320	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%	INCORRECTO
104	I371319	8760	3.21	14	625	0.0016	86.9%	INCORRECTO
114	S3	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%	INCORRECTO
117	I371352	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%	INCORRECTO
118	I371316	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%	INCORRECTO
119	I371297	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%	INCORRECTO
123	I371035	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%	INCORRECTO
124	I371058	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%	INCORRECTO
125	I371034	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%	INCORRECTO
129	I371067	8760	18.11	15	583	0.0017	86.0%	INCORRECTO
140	I370958	8760	1.62	12	730	0.0014	88.7%	INCORRECTO

Tabla 7.- Lista de seccionadores Cut-out mal seleccionados. Fuente: Propia

Se analizan los motivos de las fallas para determinar las ocurridas por mal selección del cut-out. Las fallas según lo requerido por la concesionaria son.

ítem	Detalle	Clasificación
1	Tiempo adicional por mtto. programado.	Falla y Otros
2	Error de maniobra	Falla y Otros
3	Línea abierta, suelta o caída	Falla y Otros
4	Colapso de estructura	Falla y Otros
5	Bajo nivel de aislamiento	Falla y Otros
6	Avería en Instalaciones subterráneas	Falla y Otros
7	Oscilación de tensión	Falla y Otros
8	Transitorio	Falla y Otros
9	Avería en equipo de protección y/o maniobra	Falla y Otros
10	Cortocircuito	Falla y Otros
11	Sobrecarga	Falla y Otros
12	Avería de transformadores	Falla y Otros
13	Provocada por roedores	Falla y Otros
14	Descarga atmosférica	Falla y Otros
15	De coordinación de protección	Falla y Otros
16	De generadora / transmisora	Falla y Otros
17	Por Generación Propia	Falla y Otros
18	Expansión de redes	Mantenimiento por Expansión y Reforzamiento
19	Incremento de la Capacidad de Generación Propia	Mantenimiento por Expansión y Reforzamiento
20	Incremento de la Capacidad de transformación	Mantenimiento por Expansión y Reforzamiento
21	Incremento de aislamiento	Mantenimiento por Expansión y Reforzamiento
22	Instalación de equipos de protección y maniobra	Mantenimiento por Expansión y Reforzamiento
23	Refuerzo de obras civiles	Mantenimiento por Expansión y Reforzamiento
24	Incremento de la Capacidad del conductor	Mantenimiento por Expansión y Reforzamiento

25	Cambio de conductor	Mantenimiento preventivo
26	Cambio de estructuras	Mantenimiento preventivo
27	Cambio de ferretería y accesorios	Mantenimiento preventivo
28	Limpieza de partes aislantes	Mantenimiento preventivo
29	Limpieza de Servidumbre	Mantenimiento preventivo
30	De Generación Propia	Mantenimiento preventivo
31	Mantenimiento y Limpieza de Obras Civiles, variantes de línea, cambio de postes, cambio de aisladores, reubicación de estructuras, instalación de seccionamientos, etc.	Mantenimiento preventivo
32	Mantenimiento de Equipos de Maniobra y Protección	Mantenimiento preventivo
33	Transferencia de cargas	Por maniobra sin aviso, corta
34	Seguridad	Por maniobra sin aviso, corta
35	Reparación de Falso contacto	Por maniobra sin aviso, corta
36	Cambio de estructuras y accesorios	Por maniobra sin aviso, corta
37	Solicitudes de contratistas y/o instituciones	Por obras y remodelaciones
38	Colisión de vehículo contra instalaciones	Otros y/o terceros
39	Contaminación ambiental extrema	Otros y/o terceros
40	Robo de conductor	Otros y/o terceros
41	Vandalismo	Otros y/o terceros
42	Objetos y/o animales en redes	Otros y/o terceros
43	Tala de árboles	Otros y/o terceros
44	Defensa Civil	Otros y/o terceros
45	Accidentes	Otros y/o terceros
46	Fusión de Fusibles, Obstrucción de Rejillas y otros	Otros y/o terceros
47	Condiciones climáticas extremas	Otros y/o terceros
48	Simulacro de sismo / incendio	Otros y/o terceros

Tabla 8.- Clasificación de los tipos de falla que se presentan en el alimentador CAJ005. Fuente: Propia

Su clasificación se determina según los conceptos establecidos por la empresa encargada de la venta, distribución y mantenimiento del alimentador.

Ítem	Motivo	Descripción
1	Falla y Otros	Se refiere cuando las interrupción es de carácter imprevisto y que no comprende características de oportunidad de fuerza mayor.
2	Mantenimiento por Expansión y Reforzamiento	Se trata de una interrupción programada en donde se realizarán trabajos de incremento de capacidad instalada en nuestras Instalaciones. El incremento de capacidad puede darse por incremento de capacidad de paso de corriente o incremento de nivel de aislamiento, haciendo en cualquier caso que la potencia de transferencia se vea incrementada. Se realiza la comunicación a los clientes y se genera el archivo PI1 para ser remitido al OSINERG
3	Mantenimiento preventivo	Se trata de una interrupción de carácter de mantenimiento preventivo. Se realiza la comunicación a los clientes y se genera el archivo PI1 para ser remitido al OSINERG.
4	Por maniobra sin aviso, corta	Se trata de las interrupciones que son necesarias para realizar by pass, transferencia de carga, etc. que, sin ser imprevistas, no cumplen con todas las características de una interrupción programada. Son de duración corta.
5	Por obras y remodelaciones	Estas interrupciones están relacionadas a aquellas que se realizan por obras específicas de remodelación de alimentadores, de líneas de transmisión. Por ejemplo: la línea de transmisión XXX ha tenido "n" interrupciones a causa de su repotenciación.
6	Otros y/o terceros	Se trata de interrupciones que son de carácter imprevisto o previstos, en la mayoría de los casos por entidades externas gubernamentales, que obliga a la empresa distribuidora a interrumpir el servicio. Cuando las interrupciones son de este tipo surge la oportunidad para iniciar los trámites de Fuerza Mayor.

Tabla 9.- Motivos generales que pueden apertura el sistema. Fuente: Propia

Las fallas que ocurren por mal selección del seccionador son las consideradas como transitorias que están tipificadas en la clasificación Falla y Otros. Si se corrigen la selección de estos seccionadores estas fallas no llegarían a afectar más que al seccionador del final de la línea.

N°	Código	TIEMPO DE EVALUACION	TIEMPO DE PARADA	FALLAS	MTBF	Tasa de falla λ	Confiabilidad (R)
10	I370737	8760	30.80	16	546	0.0018	85.2%
16	I371155	8760	30.80	16	546	0.0018	85.2%
20	I370803	8760	30.80	16	546	0.0018	85.2%
27	I370782	8760	28.25	15	582	0.0017	86.0%
34	I371493	8760	28.25	15	582	0.0017	86.0%

38	I371046	8760	28.25	15	582	0.0017	86.0%
39	I370831	8760	28.25	15	582	0.0017	86.0%
45	I370829	8760	28.25	15	582	0.0017	86.0%
62	I371354	8760	3.91	4	2189	0.0005	96.1%
63	I370916	8760	3.91	4	2189	0.0005	96.1%
65	I371871	8760	0.41	3	2920	0.0003	97.0%
71	I370957	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
76	I370602	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
77	I370600	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
80	I371366	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
97	I370841	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
103	I371320	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
104	I371319	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
114	S3	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
117	I371352	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
118	I371316	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
119	I371297	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
123	I371035	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
124	I371058	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
125	I371034	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
129	I371067	8760	1.58	4	2190	0.0005	96.1%
140	I370958	8760	0.41	3	2920	0.0003	97.0%

Tabla 10.- Aumento de confiabilidad después del cambio de relés. Fuente: Propia

4.4 Evaluar económicamente las mejoras propuestas

Los seccionadores que se deben cambiar para aumentar la confiabilidad son.

CODIGO	AMPERAJE DEL DISPOSITIVO	AMPERAJE CALCULADO	FUSIBLE NUEVO
I370737	15	17.52	25.00
I371155	6	6.13	10.00
I370803	3	8.10	10.00
I370782	30	57.37	65.00
I371493	8	8.54	10.00
I371046	6	6.13	10.00
I370831	40	88.68	100.00
I370829	50	96.12	100.00
I371354	6	6.57	8.00

I370916	10	12.70	15.00
I371871	3	3.42	6.00
I370957	2	13.58	15.00
I370602	8	35.03	40.00
I370600	20	35.03	40.00
I371366	6	8.98	10.00
I370841	3	3.94	6.00
I371320	6	7.01	10.00
I371319	6	9.41	10.00
S3		5.91	6.00
I371352	6	11.17	15.00
I371316	6	16.42	25.00
I371297	10	25.62	30.00
I371035	6	6.24	10.00
I371058	3	3.07	6.00
I371034	3	3.28	6.00
I371067	30	50.69	65.00
I370958	100	324.40	350.00

Tabla 11.- Cambio de fusible considerando el cálculo de amperaje. Fuente: Propia

El costo de los cut-out será:

ITEM	CODIGO	FUSIBLE NUEVO	COSTO
1	I370737	25.00	S/ 87.50
2	I371155	10.00	S/ 35.00
3	I370803	10.00	S/ 35.00
4	I370782	65.00	S/ 227.50
5	I371493	10.00	S/ 35.00
6	I371046	10.00	S/ 35.00
7	I370831	100.00	S/ 350.00
8	I370829	100.00	S/ 350.00
9	I371354	8.00	S/ 28.00
10	I370916	15.00	S/ 52.50
11	I371871	6.00	S/ 21.00
12	I370957	15.00	S/ 52.50
13	I370602	40.00	S/ 140.00
14	I370600	40.00	S/ 140.00

15	I371366	10.00	S/ 35.00
16	I370841	6.00	S/ 21.00
17	I371320	10.00	S/ 35.00
18	I371319	10.00	S/ 35.00
19	S3	6.00	S/ 21.00
20	I371352	15.00	S/ 52.50
21	I371316	25.00	S/ 87.50
22	I371297	30.00	S/ 105.00
23	I371035	10.00	S/ 35.00
24	I371058	6.00	S/ 21.00
25	I371034	6.00	S/ 21.00
26	I371067	65.00	S/ 227.50
27	I370958	350.00	S/ 1,225.00
TOTAL			S/ 3,510.50

Tabla 12.- Costo de los cut-out para el cambio. Fuente: Propia

Según las condiciones de la concesionaria para el cambio de cada seccionador cut-out se dedicada un promedio de 3 horas considerando el requerimiento el cambio de cada equipo costara.

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Personal				
Oficial	1	Hh	S/ 18.00	S/ 18.00
Ayudante	2	Hh	S/ 16.00	S/ 32.00
Maquinaria				
Grúa	1	Hm	S/ 250.00	S/ 250.00

Tabla 13.- Costo por hora de cambio de seccionadores. Fuente: Propia

Considerando que son 27 cut-out que se tienen que cambiar según la referencia de la concesionaria se demora en el total de los cambios un total de 81 horas como máximo. Considerando la tabla 13 donde se aprecia que el costo por hora para cambio de cut-out es de S/. 300.00 se tendrá un costo total de S/. 24 300.00.

Según la venta de energía que se desarrolló en la troncal para el año 2018.

Fecha		Energía		Potencia	
Ene-18	201901	714297.07	kWh	11263.88	kW
Feb-18	201902	430688.04	kWh	11308.88	kW

Mar-18	201903	361397.27	kWh	13326.84	kW
Abr-18	201904	1373887.54	kWh	13076.7	kW
May-18	201905	422428.67	kWh	12745.34	kW
Jun-18	201906	1390079.51	kWh	12981.74	kW
Jul-18	201907	625831.28	kWh	14023.45	kW
Ago-18	201908	2545632.17	kWh	13367.74	kW
Set-18	201909	597396.50	kWh	13185.46	kW
Oct-18	201910	414970.67	kWh	13282.66	kW
Nov-18	201911	204386.00	kWh	7384.96	kW
Dic-18	201811	1679217.09	kWh	12037.08	kW

Tabla 14.- Venta de energía durante el año 2018. Fuente: Propia

Si se desarrolla un indicador entre la energía vendida por hora se puede establecer cuanta energía se dejó de vender en el alimentador durante el periodo que deja de funcionar, así determinando las horas de distribución del alimentador durante el año 2018.

Fecha		Días	Horas
Ene-18	201901	31	744
Feb-18	201902	28	672
Mar-18	201903	31	744
Abr-18	201904	30	720
May-18	201905	31	744
Jun-18	201906	30	720
Jul-18	201907	31	744
Ago-18	201908	31	744
Set-18	201909	30	720
Oct-18	201910	31	744
Nov-18	201911	30	720
Dic-18	201812	31	744

Tabla 15.- Horas de trabajo del alimentador CAJ005 durante el año 2018. Fuente: Propia

Con lo que se consigue que el alimentador durante todo el periodo del 2018 haya distribuido 10760211.81 kWh generando un monto de venta en S/6,600,313.93 durante 8760 horas. Si se establece la relación venta / horas se puede determinar que se vende aproximadamente S/. 753.46 en energía cada hora.

Comparando el tiempo de parada actual que se tuvo en el alimentador y el tiempo de parada nuevo que se tendría si los seccionadores hubieran sido bien seleccionados se genera un tiempo ganado que el alimentador pudo seguir entregando energía.

Actual	65:01:35
Nuevo	38:46:30
Diferencia	26:15:05

Tabla 16.- Diferencia entre tiempo antes y después de la propuesta de cambio de seccionadores. Fuente: Propia

Esto concreta que si el alimentador hubiera tenido los cut-out seleccionados de acuerdo a sus características eléctricas de manera ideal este hubiera podido vender energía durante 26.25 horas más. Según el indicador de venta de energía por hora este perdió o pudo vender que para el caso es el mismo un total de S/19,779.38, considerando que la operación y mantenimiento es cero para un cut-out se realiza un análisis económico considerando una tasa de interés del 12% así se muestra:

Año	Inversión	Egresos	Ingresos	Balance
0	S/ 24,300.00			-S/ 24,300.00
1		0	S/ 19,779.38	S/ 19,779.38
2		0	S/ 19,779.38	S/ 19,779.38

Tabla 17.- Balance de caja sobre el cambio de seccionadores. Fuente: Propia

Solo se analizó dos años ya que para el segundo año la inversión se recupera y se tienen indicadores rentables.

VAN	S/9,128.17
TIR	40%

Tabla 18.- Indicadores económicos que vuelven factible el cambio de seccionadores. Fuente: Propia

IV. DISCUSIÓN

La investigación que se presenta es desarrollada para analizar los dispositivos de protección en el alimentador en el cual después de un análisis de campo y documental se determinó la existencia de seccionadores cut-out y recloser en puntos poco estratégicos y mal seleccionados en gran cantidad, durante el análisis y recojo de información se pudo notar que el alimentador tiene muchos tramos que cuentan con seccionadores mal seleccionados que provocan la falla en muchos casos de todo el alimentador sacándolo de funcionamiento y provocando una pérdida cuantiosa de energía para la venta.

La investigación recoge toda la data sobre los seccionadores en el alimentador y realiza un análisis para evaluar cuales de estos están bien determinados de acuerdo a la potencia que corresponde a cada uno, existe en muchos casos una configuración en cadena donde un seccionado tiene bajo su protección otros seccionadores que a su vez tienen otros seccionadores, esta configuración se lleva a cabo hasta las últimas cargas que son las sub estaciones de distribución.

Una vez identificados todos los seccionadores se ha determinado por medio del análisis de confiabilidad cuales es su indicador actualmente considerando el registro de fallas que ha tenido dicho alimentador durante todo el periodo del año 2018 encontrándose que la mayor parte de las fallas no se pudo identificar en medida exacta ya que sacaron de funcionamiento a todo el alimentador conclusión que se preveía por la mala selección de seccionadores. Después retirando las fallas que están registradas como transitorios que son fallas que se generan en todo su caso por fallas en los cut-out se volvió a establecer el cálculo de la confiabilidad determinando el aumento de este si se cambian los seccionadores cut-out por los correspondientes al cálculo que se tiene.

Por último, se realiza una evaluación económica considerando un indicador generado de acuerdo a la venta de energía durante el año 2018 y las horas de funcionamiento del alimentador determinando cuanto ingreso por hora genera la venta de energía, así considerando la disminución de paradas por el cambio de seccionadores se pudo establecer

una pérdida económica que al cambiar de seccionadores por los indicados esta se considera un ingreso, y en base al gasto que se realiza por el cambio de seccionadores se evalúa los indicadores TIR y Van con una tasa e interés del 12%, teniendo al segundo año de haber realizado el cambio evaluadores económicos lo que hace rentable dicho cambio.

Al igual que Loyaga (2016) en su investigación se determinó las tasas de fallas en el alimentador lo que no se estableció debido a que se proponía determinar no la calidad sino la confiabilidad fue el indicador SAIDI, DEC y FEC ya que se estableció en esta investigación por medio de la ecuación de confiabilidad donde se dicho indicador de cada seccionador. Pero en contra parte también se realizó un análisis técnico económico para determinar que el cambio de seccionadores es el adecuado.

Al igual que Velásquez (2015) el objetivo de la investigación es mejorara el servicio de energía ya que se determina que la mala selección de protecciones produce fallas en el alimentador que proporcionan según los indicadores de calidad una mal servicio y esto no satisface la demanda del servicio, considerando que solo se realizó un análisis económico de la venta de energía que se deja de percibir y no de la reposición económica que está obligada la empresa a realizar o las multas por bajos indicadores de calidad.

V. CONCLUSIONES

- Se evaluó el sistema de protección del alimentador encontrando un total de 6 recloser y 134 seccionadores cut-out de los cuales el 20 % están mal dimensionados según el cálculo del amperaje, también se evaluó según el aspecto técnico del fabricante con el cual el 10% de seccionadores estarían mal dimensionados.
- Se evaluó los indicadores de confiabilidad teniendo indicadores de confiabilidad entre el intervalo 88.7% y 76.5% registrando en su totalidad 32 fallas para el año 2018 y un tiempo de parada de 65 horas.
- Las mejoras que se establecen es el cambio de los seccionadores lo cual involucra el cambio de 27 seccionadores que varían su amperaje de trabajo de 6 hasta 350 amperios lo que correspondería al aumento de confiabilidad en el intervalo de 82.2% y 97%.
- La evaluación económica se realiza mediante un indicador que se generó respecto a la venta de energía durante el año 2018 y las horas trabajadas durante el mismo año así se determinó que el gasto para la instalación de los seccionadores adecuados sea de S/24,300.00 y el recupero anual S/19,779.38, con lo que se lograría al segundo año con los evaluadores económicos positivos VAN de S/9,128.17 y TIR de 40%.

VI. RECOMENDACIONES

- Es importante que la data se recoja con más detalle precisando extintamente características como año de instalación y detalle de instalación.
- Para determinar indicadores más fiables se debe establecer exactamente la zona donde se generó la falla.
- Realizar una evaluación más detallada de los recloser debido a los puntos estratégicos que se podrían tener para su ubicación ya que lo que muestra el análisis de seccionadores muestra una mala disposición de las protecciones en todo el alimentador.
- Implementar las mejoras en el alimentador, ya que los indicadores económicos muestran que la inversión será rentable.

REFERENCIAS

- A Novel Location Method for Single-phase Grounding Fault for Distribution Network Based on Transient Technique.* **Ji, Peng, y otros.** Shenyang, China : s.n., Chinese Control And Decision Conference (CCDC). 1948-9447.
- An accurate fault location method of smart distribution network.* **Zhihai, Tan, y otros.** 2014. Shenzhen : IEEE, 2014.
- An evaluation method for power supply capacity of distribution system.* **Cheng-shan , Wang, y otros.** 2008. Nanjing : s.n., 6-9 de Abril de 2008, págs. 1244-1248. 978-7-900714-13-8/.
- An Intelligent Inspection Robot of Power Distribution Network Based on Image Automatic Recognition System.* **Xiao-Xu, Tong, y otros.** 2018. Tianjin, China : s.n., 2018.
- Análisis de corriente de falla en alimentadores de distribución con alta integración de generación fotovoltaica a pequeña escala.* **MC Vargas, MA Mendes y OE Batista.** 2019. Atlanta, GA, EE. UU : s.n., 2019, Reunión general de la IEEE Power & Energy Society de 2019 (PESGM), págs. 1-5.
- Application of Photovoltaic Uninterruptible Power Supply System In Distribution Network Communication Station.* **Meng Bao, Kum, y otros.** 2018. Tianjin : s.n., 17-19 de Septiembre de 2018, págs. 1244-1248. 978-7-900714-13-8.
- Baca Cussi, Cecilia del Pilar y Loyaga Valdeiglesias, Silvino Roy.** 2016. *Estudio de Mejoramiento de la Confiabilidad de los Alimentadores en Media Tensión Tintaya 01, en la Provincia de Espinar.* Escuela Profesional de Ingeniería Electrica, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco : s.n., 2016. pág. 341, Tesis Pregrado.
- Bartures Culqui, Segundo Roger y Cayaca Cajusol, Jose German.** 2016. *Propuesta tecnica, economica para el mantenimiento predictivo y preventivo de redes de distribucion de 10KV/22.9 KV/34.5KV energizadas del alimentador C-212 con un nivel de tension de 22.9KV del tramo Chiclayo-Monsefu 2015.* Facultad de Ingeniería: Escuela Academico Profesional de Ingeniería Mecanica Electrica, Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : s.n., 2016. pág. 88, Tesis pregrado.
- Cañar Olmedo, Santiago Patricio.** 2007. *Calculo detallado de Perdidas en Sistemas Electricos de Distribucion Aplicado al Alimentador "Universidad" Perteneciente a la Empresa Electrica Ambato Regional Centro Norte SA.* Facultad de Ingeniería Electrica y Electronica, Escuela Politecnica Nacional . Quito : s.n., 2007. pág. 234, Tesis.

Castillo Abad, Edwin Rolando y Perez Ayala, Angel Fernando. 2012. *Diseño de una metodología para la reducción y control de pérdidas de energía utilizando índices sectorizados de pérdidas en alimentadores primarios para CNEL S.A. regional El Oro.* Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2012. pág. 204, Tesis.

Centeno Cardaña, Franklin. 2019. *Linea Primaria y Sub estacion con potencia de transformador (400 KVA) en las calles Arcopata y Meloq.* Facultad de Ingenieria: Escuela Profesional de Ingenieria Electrica, Universiada Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco : s.n., 2019. pág. 90, Infome Tecnico de Experiencia Profesional .

Chusin Cayo, Luis Alonso y Escobar Guanoluisa, Byron Santiago. 2015. *Analisis de confiabilidad de sistemas de distribucion electrica con penetracion de energia distribuida.* Facultad de Ingenieria Electrica y Electronica, Escuela Politecnica Nacional. Quito : s.n., 2015. pág. 230, Tesis Pregrado.

Compromisos óptimos en el diseño de protección de distribución. **Tomsovic, F. Soudi y K. 2001.** 2, abril de 2001, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 16, págs. 292-296.

Corrientes de cortocircuito del sistema de distribución de potencia de tracción SEPTA. **R. Natarajan, TA Kneschke, W. Naqvi, MA López-López, J. Hong y RM Bucci. 1997.** 6, Noviembre - Diciembre de 1997, IEEE Industry Applications Magazine, Vol. 3, págs. 53-59.

Cuenca Quinde, Darwin Rigoberto y Jimenez Jaramillo, Ermel Augusto. 2018. *Estudio para la implementacion y coordinacion de protecciones en las lineas de distribucion de Ingenio Monterrey de la Ciudad Catamayo.* Facultad de Ingenieria: Carrera de Ingenieria Electrica, Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2018. pág. 213, Tesis Pregrado.

Design and Application of Dynamic Line Rating System for Distribution Lines. **Jiang, Anfeng, y otros. 2018.** Tianjin, China : s.n., 2018.

Determining distribution network power supply partition zone by rolling-ball model. **Duo, Yang, Yongtao, Shen y Tingting, Bu. 2016.** Xi'an, China : s.n., 2016, China International Conference on Electricity Distribution (CICED). 2161-749X.

Distribution system programming method with high power supply quality considering the customer requirements. **Yang Shao-Zhi, Hu Zheng y Chen Qing-fang. 2014.** Chengdu : s.n., 2014. 978-1-4799-5032-4.

Gonzales Gonzales, Edison Francisco, Morante Benavides, Julio Andres y Vicuña Teran, Wilson Fernando. 2015. *Estudio de un sistema de distribucion y acometida en baja*

tension. Facultad de Ingenieria: Ingenieria Electrica, Universida Politecnica Salesiana. Guayaquil : s.n., 2015. pág. 249, Tesis Pregrado.

Guano Sinchiguano, Xavier Armando. 2017. *Coordinacion de las protecciones de sobrecorriente del sistema de subtransmision de la empresa electrica provincial Cotopaxi ante el cambio de configuración de red radial a red en anillo*. Facultad de Ingenieria Electrica y Electronica, Escuela Politecnica Nacional. Quito : s.n., 2017. pág. 222, Tesis Pregrado.

Herrera Dominguez, Mike Alex. 2015. *Estudio de Coordinacion de las Protecciones para Mejorar la Selectividad en el Alimentadores de Media Tension TSU-16 de Hidrandina SA, La Libertad 2015*. Facultad de Ingenieria: Escuela Academico Profesional de Ingenieria Mecanica Electrica, Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : s.n., 2015. pág. 100, Tesis pregrado.

Meche Ccolque, Marco Antonio y Vargas Velasquez, Willy Ferrer. 2015. *Ampliacion del sistema electrico y mejoramiento de la confiabilidad del alimentador SM-03, Vilcabamba, La Convencion - Cusco*. Facultad de Ingenieria Electrica, Electronica, Mecanica y Minas: Carrera Profesional de Ingenieria Electrica, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco : s.n., 2015. pág. 256, Tesis Pregrado.

Mejora de la confiabilidad de los alimentadores de distribución a través del monitoreo inteligente en tiempo real. **BD Russell, CL Benner, RM Cheney, CF Wallis, TL Anthony y WE Muston. 2009.** Calgary, AB : s.n., 2009, Reunión General de la Sociedad de Energía y Energía IEEE 2009, págs. 1-8.

New Method of Reactive Power Compensation for Oilfield Distribution Network. **Tianshi Wang, y otros. 2018.** Tianjin : s.n., 31 de diciembre de 2018.

Novel strategy of detecting earth fault location and its application in power transmission line. **Guoliang Wu, Wenjun Zhang y Guanghua Chen. 2009.** Guangzhou : s.n., 2009, Distribution network equipment, págs. 1-5.

os efectos del Generador Distribuido en la confiabilidad del sistema de distribución. **Ngaopitakkul, S. Khuanpaed y A. 2015.** Hong Kong : s.n., 2015, Décima Conferencia Internacional sobre Avances en Control, Operación y Gestión del Sistema de Energía (APSCOM 2015), págs. 1-6.

OSINERMING. 2016. *La Industria de la electricidad en el Peru: 25 años de aportes al crecimiento economico del pais*. [ed.] Grafica Biblos SA. Primera. Lima : s.n., 2016. pág. 178. 978-612-47350-0-4.

Ramírez Castaño, Samuel. 2015. 1 [ed.] Universidad Nacional de Colombia. *Protección de Sistemas Eléctricos*. Manizales, Colombia : s.n., 2015. pág. 664.

Research and application of calculation&analysis software in distribution-network planning based on power supply reliability. **Wei, Tao, y otros. 2014.** Shenzhen, China : s.n., 23-26 de setiembre de 2014, China International Conference on Electricity Distribution (CICED).

Research and development on digital distribution network. **Zhao, Jianghe, y otros. 2009.** Nanjing, China : IEEE, 2009. 978-1-4244-4934-7.

Research of Comprehensive Application of Intelligent Low-Voltage Power Distribution Units in Improving Power Quality. **CHENYI, LIU, y otros. 2018.** Tianjin, China : s.n., 2018.

Research on distribution system planning theory under the trend of load-supply integration. **Jingru, Li, Ping, Huang y Kai, Cui. 2016.** Xi'an : IEEE, 2016. 2161-749X.

Research on the Establishment of Power Supply Security Criteria for Distribution Network Based on Cost-benefit Analysis. **Wei, Luo, y otros. 2018.** Guangzhou, China : s.n., 2018.

Research on the Prediction Optimization of Power Outage Duration of 10Kv Distribution Network Based on the Reliability Data of Power Supply Analysis. **Wei, TangRui, y otros. 2018.** Tianjin : IEEE, 2018.

Research on the Top Design and Implementation Mode of Intelligent Power Distribution Room. **Liu Shisheng, y otros. 2018.** Tianjin : s.n., 31 de diciembre de 2018.

Roque Paucar, Ivan Wilson. 2016. *Protección y coordinación del sistema eléctrico rural de media tensión en 22,9 kv, para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica.* Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Univesidad Jose Carlos Mariategui. Moquegua : s.n., 2016. pág. 169, Tesis Pregrado.

Study and Application of Distribution Automatic System in the Yangjiaping Power Supply Bureau. **Liu, Zhihong, y otros. 2006.** Chongqing, China : s.n., 2006.

The impact of distributed generation and its parallel operation on distribution power grid. **Kai, Zhang, y otros. 2015.** Changsha, China : s.n., 2015.

Un enfoque holístico para desarrollar una red de distribución robusta con un sistema integrado de gestión de protección y automatización para una empresa de servicios públicos de próxima generación. **Rastogi, S. Bagchi y RK. 2018.** Greater Noida, India : s.n., 2018, Conferencia internacional sobre energía eléctrica, medio ambiente y control inteligente (PEEIC) , págs. 473-481.

Urban intelligent distribution automation planning objectives. **Cuihai, y otros. 2014.**
Shenzhen : s.n., 2014, China International Conference on Electricity Distribution, págs. 23-
26.

ANEXOS

ANEXO 01.- JUSTIFICACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Amperaje calculado según la potencia de las subestaciones que están contenidas en el alimentador CAJ005.

ÍTE M	CÓDIGO	DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN	POTENCIA	POL OS	AMPERAJE CALCULADO
1	I370735	CUT - OUT	65	1	2.85
2	I371439	CUT - OUT	40	1	1.75
3	I371029	CUT - OUT	20	1	0.88
4	I370990	CUT - OUT	10	1	0.44
5	I370738	CUT - OUT	35	3	1.53
6	I371358	CUT - OUT	60	1	2.63
7	I371357	CUT - OUT	10	1	0.44
8	I371356	CUT - OUT	75	1	3.28
9	I370736	CUT - OUT	135	3	5.91
10	I370737	CUT - OUT	400	3	17.52
11	I371483	CUT - OUT	15	1	0.66
12	I371484	CUT - OUT	10	1	0.44
13	I371156	CUT - OUT	45	1	1.97
14	I371080	CUT - OUT	25	1	1.09
15	I371027	CUT - OUT	20	1	0.88
16	I371155	CUT - OUT	140	3	6.13
17	I370842	CUT - OUT	30	1	1.31
18	I371429	CUT - OUT	15	1	0.66
19	I371430	CUT - OUT	25	1	1.09
20	I370803	CUT - OUT	185	1	8.10
21	I371455	CUT - OUT	25	1	1.09
22	I371743	CUT - OUT	50	3	2.19
23	I371264	CUT - OUT	10	3	0.44
24	I371698 RECLOSER ELECTRON ICO	RECLOSER	1075	3	47.07

25	I371428	CUT - OUT	45	1	1.97
26	I371403	CUT - OUT	35	1	1.53
27	I370782	CUT - OUT	1310	3	57.37
28	I371522	CUT - OUT	25	3	1.09
29	I371453	CUT - OUT	25	1	1.09
30	I371482	CUT - OUT	35	1	1.53
31	I372086	CUT - OUT	15	2	0.66
32	I371468	CUT - OUT	15	1	0.66
33	I371225	CUT - OUT	35	1	1.53
34	I371493	CUT - OUT	195	3	8.54
35	I371070	CUT - OUT	30	2	1.31
36	I371273	CUT - OUT	25	1	1.09
37	I371065	CUT - OUT	115	2	5.04
38	I371046	CUT - OUT	140	2	6.13
39	I370831	CUT - OUT	2025	3	88.68
40	I371404	CUT - OUT	15	1	0.66
41	I371169	CUT - OUT	40	1	1.75
42	I372084	CUT - OUT	45	1	1.97
43	I372083	CUT - OUT	60	1	2.63
44	I371405	CUT - OUT	30	1	1.31
45	I370829	CUT - OUT	2195	3	96.12
46	I371018	CUT - OUT	150	3	6.57
47	I371412	CUT - OUT	25	1	1.09
48	I371454	CUT - OUT	15	1	0.66
49	I371170	CUT - OUT	20	1	0.88
50	I371265	CUT - OUT	15	2	0.66
51	I371159	CUT - OUT	10	1	0.44
52	I371323	CUT - OUT	20	1	0.88
53	I371201	CUT - OUT	10	1	0.44
54	I371442	CUT - OUT	5	1	0.22
55	I371364	CUT - OUT	15	1	0.66
56	I371692	CUT - OUT	15	1	0.66
57	I371056	CUT - OUT	45	3	1.97
58	RECLOSER ELECTRON ICO I371697	RECLOSER	2605	3	114.07
59	I370824	CUT - OUT	62.5	3	2.74
60	I371657	CUT - OUT	45	1	1.97

61	I370796	CUT - OUT	85	1	3.72
62	I371354	CUT - OUT	150	3	6.57
63	I370916	CUT - OUT	290	3	12.70
64	I370663	CUT - OUT	25	1	1.09
65	I371871	CUT - OUT	78	3	3.42
66	I370662	CUT - OUT	25	1	1.09
67	I371691	CUT - OUT	5	1	0.22
68	I370978	CUT - OUT	55	3	2.41
69	I371150	CUT - OUT	90	3	3.94
70	RECLOSER ELECTRON ICO I371695	RECLOSER	310	3	13.58
71	I370957	CUT - OUT	310	1	13.58
72	I371365	CUT - OUT	40	1	1.75
73	I371804	CUT - OUT	25	2	1.09
74	I370610	CUT - OUT	25	1	1.09
75	I370979	CUT - OUT	25	3	1.09
76	I370602	CUT - OUT	800	3	35.03
77	I370600	CUT - OUT	800	3	35.03
78	I370666	CUT - OUT	125	3	5.47
79	I371172	CUT - OUT	80	3	3.50
80	I371366	CUT - OUT	205	3	8.98
81	I371744	CUT - OUT	25	3	1.09
82	I370757	CUT - OUT	30	3	1.31
83	I370937	CUT - OUT	20	3	0.88
84	I370938	CUT - OUT	15	3	0.66
85	I370936	CUT - OUT	20	3	0.88
86	I371167	CUT - OUT	10	1	0.44
87	I371318	CUT - OUT	45	1	1.97
88	I371077	CUT - OUT	25	3	1.09
89	I371321	CUT - OUT	35	3	1.53
90	I371411	CUT - OUT	10	3	0.44
91	I372040	CUT - OUT	15	3	0.66
92	I370799	CUT - OUT	15	3	0.66
93	I372044	CUT - OUT	30	1	1.31
94	I372043	CUT - OUT	5	1	0.22
95	I372042	CUT - OUT	10	1	0.44
96	I370841	CUT - OUT	65	3	2.85

97	I370841	CUT - OUT	90	3	3.94
98	I370843	CUT - OUT	30	3	1.31
99	I371168	CUT - OUT	10	1	0.44
100	I370840	CUT - OUT	130	3	5.69
101	I370798	CUT - OUT	160	3	7.01
102	I372049	CUT - OUT	35	1	1.53
103	I371320	CUT - OUT	160	3	7.01
104	I371319	CUT - OUT	215	3	9.41
105	I370759	CUT - OUT	560	3	24.52
106	I370758	CUT - OUT	590	3	25.84
	RECLOSER ELECTRON ICO				
107	I371498	RECLOSER	590	3	25.84
108	I371838	CUT - OUT	10	1	0.44
109	I371847	CUT - OUT	5	1	0.22
110	I371837	CUT - OUT	5	1	0.22
111	I371837	CUT - OUT	10	1	0.44
112	I371837	CUT - OUT	10	1	0.44
113	I371850	CUT - OUT	10	1	0.44
114	S3	SECCIONADOR	135	1	5.91
115	I371832	CUT - OUT	10	1	0.44
116	I371842	CUT - OUT	20	1	0.88
117	I371352	CUT - OUT	255	1	11.17
118	I371316	CUT - OUT	375	1	16.42
119	I371297	CUT - OUT	585	3	25.62
120	I371317	CUT - OUT	20	3	0.88
121	I371857	CUT - OUT	5	1	0.22
122	NN2	CUT - OUT	90	2	3.94
123	I371035	CUT - OUT	142.5	3	6.24
124	I371058	CUT - OUT	70	3	3.07
125	I371034	CUT - OUT	75	3	3.28
126	I371059	CUT - OUT	5	3	0.22
127	I371841	CUT - OUT	10	1	0.44
	RECLOSER ELECTRON ICO				
128	I371694	RECLOSER	1157.5	3	50.69
129	I371067	CUT - OUT	1157.5	3	50.69
130	I370113	CUT - OUT	400	3	17.52

131	I371744	CUT - OUT	25	3	1.09
	RECLOSER				
	ELECTRONICO				
132	I371696	RECLOSER	3817.5	3	167.17
133	I370964	CUT - OUT	160	3	7.01
134	I371541	CUT - OUT	287.5	3	12.59
135	I371263	CUT - OUT	15.5	3	0.68
136	I371262	CUT - OUT	15.5	3	0.68
137	I371261	CUT - OUT	15.5	3	0.68
138	I371260	CUT - OUT	90.5	3	3.96
139	I371804	CUT - OUT	25	2	1.09
140	I370958	CUT - OUT	7408	3	324.40
141	I371505	CUT - OUT	15	3	0.66

El requerimiento técnico para cada dispositivo según la disposición de manual de proveedores IBERICA serán

POTENCIAS DE SUB ESTACION	AMPERAJES DEL COT-OUT
10	1
20	1
25	2
50	2
75	3
100	6
160	6
200	10
250	15
400	25
500	30
630	40
800	65
1000	65
1250	100
8000	350

De acuerdo a estos valores que establece el fabricante

ÍTEM	CÓDIGO	AMPERAJE DEL DISPOSITIVO	AMPERAJE CALCULADO	AMPERAJE SEGÚN CATALOGO	EVALUACIÓN SEGÚN CATALOGO	EVALUACIÓN SEGÚN CALCULO
1	I370735	6	2.85	3	CORRECTO	CORRECTO
2	I371439	3	1.75	2	CORRECTO	CORRECTO
3	I371029	3	0.88	1	CORRECTO	CORRECTO
4	I370990	2	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
5	I370738	6	1.53	2	CORRECTO	CORRECTO
6	I371358	3	2.63	3	CORRECTO	CORRECTO
7	I371357	3	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
8	I371356	6	3.28	3	CORRECTO	CORRECTO
9	I370736	6	5.91	6	CORRECTO	CORRECTO
10	I370737	15	17.52	25	INCORRECTO	INCORRECTO
11	I371483	3	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
12	I371484	3	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
13	I371156	6	1.97	2	CORRECTO	CORRECTO
14	I371080	6	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
15	I371027	2	0.88	1	CORRECTO	CORRECTO
16	I371155	6	6.13	6	CORRECTO	INCORRECTO
17	I370842	6	1.31	2	CORRECTO	CORRECTO
18	I371429	3	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
19	I371430	3	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
20	I370803	3	8.10	10	INCORRECTO	INCORRECTO

2 1	I37145 5	3	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
2 2	I37174 3	3	2.19	2	CORRECTO	CORRECTO
2 3	I37126 4	3	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
2 4	RECL OSER ELEC TRON ICO I37169 8		47.07	100		
2 5	I37142 8	6	1.97	2	CORRECTO	CORRECTO
2 6	I37140 3	3	1.53	2	CORRECTO	CORRECTO
2 7	I37078 2	30	57.37	100	INCORRECTO	INCORRECTO
2 8	I37152 2	2	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
2 9	I37145 3	6	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
3 0	I37148 2	3	1.53	2	CORRECTO	CORRECTO
3 1	I37208 6	2	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
3 2	I37146 8	6	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
3 3	I37122 5	3	1.53	2	CORRECTO	CORRECTO
3 4	I37149 3	8	8.54	10	INCORRECTO	INCORRECTO
3 5	I37107 0	3	1.31	2	CORRECTO	CORRECTO
3 6	I37127 3	3	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
3 7	I37106 5	8	5.04	6	CORRECTO	CORRECTO
3 8	I37104 6	6	6.13	6	CORRECTO	INCORRECTO
3 9	I37083 1	40	88.68	100	INCORRECTO	INCORRECTO
4 0	I37140 4	3	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
4 1	I37116 9	6	1.75	2	CORRECTO	CORRECTO

4 2	I37208 4	2	1.97	2	CORRECTO	CORRECTO
4 3	I37208 3	3	2.63	3	CORRECTO	CORRECTO
4 4	I37140 5	3	1.31	2	CORRECTO	CORRECTO
4 5	I37082 9	50	96.12	100	INCORRECTO	INCORRECTO
4 6	I37101 8	8	6.57	6	CORRECTO	CORRECTO
4 7	I37141 2	3	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
4 8	I37145 4	8	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
4 9	I37117 0	3	0.88	1	CORRECTO	CORRECTO
5 0	I37126 5	2	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
5 1	I37115 9	2	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
5 2	I37132 3	6	0.88	1	CORRECTO	CORRECTO
5 3	I37120 1	2	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
5 4	I37144 2	3	0.22	1	CORRECTO	CORRECTO
5 5	I37136 4	2	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
5 6	I37169 2	2	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
5 7	I37105 6	4	1.97	2	CORRECTO	CORRECTO
5 8	RECL OSER ELEC TRON ICO I37169 7	4	114.07			
5 9	I37082 4	15	2.74	3	CORRECTO	CORRECTO
6 0	I37165 7	2	1.97	2	CORRECTO	CORRECTO
6 1	I37079 6	4	3.72	6	CORRECTO	CORRECTO
6 2	I37135 4	6	6.57	6	INCORRECTO	INCORRECTO

63	I370916	10	12.70	25	CORRECTO	INCORRECTO
64	I370663	2	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
65	I371871	3	3.42	6	CORRECTO	INCORRECTO
66	I370662	2	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
67	I371691	6	0.22	1	CORRECTO	CORRECTO
68	I370978	3	2.41	3	CORRECTO	CORRECTO
69	I371150	100	3.94	6	CORRECTO	CORRECTO
70	RECL OSER ELEC TRON ICO I371695		13.58			
71	I370957	2	13.58	25	CORRECTO	INCORRECTO
72	I371365	2	1.75	2	CORRECTO	CORRECTO
73	I371804	2	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
74	I370610	2	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
75	I370979	3	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
76	I370602	8	35.03	65	CORRECTO	INCORRECTO
77	I370600	20	35.03	65	CORRECTO	INCORRECTO
78	I370666	10	5.47	6	CORRECTO	CORRECTO
79	I371172	10	3.50	6	CORRECTO	CORRECTO
80	I371366	6	8.98	15	CORRECTO	INCORRECTO
81	I371744	2	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
82	I370757	3	1.31	2	CORRECTO	CORRECTO
83	I370937	3	0.88	1	CORRECTO	CORRECTO

84	I370938	6	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
85	I370936	3	0.88	1	CORRECTO	CORRECTO
86	I371167	3	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
87	I371318	6	1.97	2	CORRECTO	CORRECTO
88	I371077	6	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
89	I371321	3	1.53	2	CORRECTO	CORRECTO
90	I371411	2	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
91	I372040	2	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
92	I370799	2	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO
93	I372044	3	1.31	2	CORRECTO	CORRECTO
94	I372043	3	0.22	1	CORRECTO	CORRECTO
95	I372042	3	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
96	I370841	3	2.85	3	CORRECTO	CORRECTO
97	I370841	3	3.94	6	CORRECTO	INCORRECTO
98	I370843	6	1.31	2	CORRECTO	CORRECTO
99	I371168	2	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
100	I370840	10	5.69	6	CORRECTO	CORRECTO
101	I370798	30	7.01	6	INCORRECTO	CORRECTO
102	I372049	3	1.53	2	CORRECTO	CORRECTO
103	I371320	6	7.01	6	INCORRECTO	INCORRECTO
104	I371319	6	9.41	15	CORRECTO	INCORRECTO

105	I370759	40	24.52	40	CORRECTO	CORRECTO
106	I370758	100	25.84	40	CORRECTO	CORRECTO
107	RECL OSER ELEC TRON ICO I371498		25.84			
108	I371838	6	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
109	I371847	12	0.22	1	CORRECTO	CORRECTO
110	I371837	6	0.22	1	CORRECTO	CORRECTO
111	I371837	6	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
112	I371837	6	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
113	I371850	6	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
114	S3		5.91	6	CORRECTO	INCORRECTO
115	I371832	6	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
116	I371842	6	0.88	1	CORRECTO	CORRECTO
117	I371352	6	11.17	25	CORRECTO	INCORRECTO
118	I371316	6	16.42	25	CORRECTO	INCORRECTO
119	I371297	10	25.62	40	CORRECTO	INCORRECTO

1 2 0	I37131 7	50	0.88	1	CORRECTO	CORRECTO
1 2 1	I37185 7	6	0.22	1	CORRECTO	CORRECTO
1 2 2	NN2 7	7	3.94	6	CORRECTO	CORRECTO
1 2 3	I37103 5	6	6.24	6	INCORRECTO	INCORRECTO
1 2 4	I37105 8	3	3.07	3	INCORRECTO	INCORRECTO
1 2 5	I37103 4	3	3.28	3	INCORRECTO	INCORRECTO
1 2 6	I37105 9	3	0.22	1	CORRECTO	CORRECTO
1 2 7	I37184 1	15	0.44	1	CORRECTO	CORRECTO
1 2 8	RECL OSER ELEC TRON ICO I37169 4		50.69	100		
1 2 9	I37106 7	30	50.69	100	CORRECTO	INCORRECTO
1 3 0	I37011 3	50	17.52	25	CORRECTO	CORRECTO
1 3 1	I37174 4	2	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
1 3 2	RECL OSER ELEC TRON ICO I37169 6		167.17			

1 3 3	I37096 4	12	7.01	6	INCORRECTO	CORRECTO
1 3 4	I37154 1	20	12.59	25	CORRECTO	CORRECTO
1 3 5	I37126 3	2	0.68	1	CORRECTO	CORRECTO
1 3 6	I37126 2	2	0.68	1	CORRECTO	CORRECTO
1 3 7	I37126 1	8	0.68	1	CORRECTO	CORRECTO
1 3 8	I37126 0	10	3.96	6	CORRECTO	CORRECTO
1 3 9	I37180 4	2	1.09	2	CORRECTO	CORRECTO
1 4 0	I37095 8	100	324.40	350	CORRECTO	INCORRECTO
1 4 1	I37150 5	6	0.66	1	CORRECTO	CORRECTO

Según el requerimiento de cada cut-out se puede establecer su evaluación determinando cuando el seccionador es correcto de acuerdo a su requerimiento por manual o a su requerimiento según calculo.

CONDICION	EVLUACION	
	CATALOGO	CALCULO
CORRECTO	122	108
INCORRECTO	13	27

Mientras que los recloser si se establecieron de acuerdo a la potencia estos si se pueden determinar como de correcta selección

DISPOSITIVO	POTENCIA DE LAS SUB ESTACIONES (KVA)	AMPERAJE CALCULADO (A)
RECLOSER ELECTRONICO I371698	1075.00	47.07
RECLOSER ELECTRONICO I371697	2605.00	114.07
RECLOSER ELECTRONICO I371695	310.00	13.58
RECLOSER ELECTRONICO I371498	590.00	25.84
RECLOSER ELECTRONICO I371498	590.00	25.84
RECLOSER ELECTRONICO I371696	3817.50	167.17

**ANEXO 02.- DEPENDENCIA DE POTENCIAS SEGÚN POSICIÓN DE CUT-OUT
Y RECLOSER**

ANEXO 03.- FALLAS EN EL ALIMENTADOR POR DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN

SECCIONADOR	Dirección	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh.mm.)	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh.mm.)	HORA (hh.mm.)	MOTIVO	DETALLE	OBSERVACIONES
RECLOSER I371697	Agomarca	14/01/2018	18:43:44	14/01/2018	19:29:00	0:45:16	Falla y Otros	Descarga atmosférica	MOTIVO: fuertes lluvias y Descargas atmosféricas en la zona de Agomarca
RECLOSER I371696	Deriv. a la Colpa.	16/01/2018	18:01:56	16/01/2018	19:12:00	1:10:04	Falla y Otros	Descarga atmosférica	Descargas atmosféricas y Fuertes lluvias en la zona.
RECLOSER I371697	Agomarca	17/01/2018	3:09:09	17/01/2018	9:25:00	6:15:51	Otros y/o terceros	Objetos y/o animales en redes	Árbol de pino inclinado sobre las Líneas de MT cerca a la estructura 3018215 en el sector La Laguna
RECLOSER I371697	Agomarca	17/01/2018	13:00:57	17/01/2018	14:00:00	0:59:03	Otros y/o terceros	Descarga atmosférica	Motivo: Descargas atmosféricas y Fuertes lluvias en la zona.
RECLOSER I371697	Agomarca	26/01/2018	16:07:37	26/01/2018	18:01:00	1:53:23	Falla y Otros	Descarga atmosférica	Motivo: Descargas atmosféricas y Fuertes lluvias en el Distrito de la Asunción
Recloser I371697	En Agomarca	06/02/2018	3:08:27	06/02/2018	12:22	9:13:33	Otros y/o terceros	Objetos y/o animales en redes	Por árbol de pino inclinado sobre las líneas de Mtpor debilitamiento del terreno por las fuertes lluvias, cerca a la estructura 3018213 en Agomarca alto, se tramitará fuerza mayor
Recloser I371697	Agomarca	10/02/2018	7:47:40	10/02/2018	9:54:00	2:06:20	Falla y Otros	Descarga atmosférica	Descargas atmosféricas en la Zona de Vista Alegre - Asunción
Recloser I371697	Agomarca	28/02/2018	2:07:17	28/02/2018	6:09:33	4:02:16	Falla y Otros	Descarga atmosférica	Descargas atmosféricas en la Zona de San Juan
Recloser I371697	en Agomarca	12/03/2018	15:48:27	12/03/2018	17:05:00	1:16:33	Falla y Otros	Descarga	En Evaluación, personal de

								atmosférica	Emergencia se encuentra recorriendo Línea de MT.
Recloser I371695	Huacariz Carrt.agocucho	13/03/2018	10:29:00	13/03/2018	13:03:00	2:34:00	Falla y Otros	Transitorio	En Evaluación, personal de Emergencia se encuentra recorriendo Línea de MT.
Recloser IN 2012	SECAJA	26/03/2018	11:30:00	26/03/2018	11:31:00	0:01:00	Falla y Otros	Transitorio	Motivo: en evaluacion.Emergencia se encuentra recorriendo el AMT
Recloser IN 2012	SET CAJAMARCA	24/04/2018	20:58:31	24/04/2018	21:00:28	0:01:57	Falla y Otros	Transitorio	MOTIVO : EN EVALUACION PERSONA DE EMERGENCIAS EN INSPECCION
Recloser IN 2012	SET CAJAMARCA	24/04/2018	21:05:16	24/04/2018	21:08:00	0:02:44	Falla y Otros	Transitorio	MOTIVO : EN EVALUACION PERSONA DE EMERGENCIAS EN INSPECCION
Recloser IN 2012	SET CAJAMARCA	24/04/2018	22:54:00	24/04/2018	22:55:00	0:01:00	Falla y Otros	Transitorio	MOTIVO : EN EVALUACION PERSONA DE EMERGENCIAS EN INSPECCION
SECC. I370916	LA PACCHACHICA	10/05/2018	16:05:00	10/05/2018	19:35:00	3:30:00	Otros y/o terceros	Tala de árboles	ROSAMIENTO DE SOGA EN LAS LINEAS DE MT PARA JALAR ARBOL DE EUCALIPTO POR TERCEROS PARA TALAR
RECLOSER IN-2012	SECAJA	28/05/2018	14:58:45	28/05/2018	15:20:08	0:21:23	Otros y/o terceros	Tala de árboles	CAIDA DE ARBOL SOBRE LINEA DE MT, ROMPIENDO DICHA LINEA FASE T ENTRE LA EMT 3043415 Y LA SED 5083 EN LA COLLPA BAJA.
SECCIONADOR I371172	LA COLLPA BAJA	28/05/2018	14:58:45	28/05/2018	18:17:00	3:18:15	Otros y/o terceros	Tala de árboles	CAIDA DE ARBOL SOBRE LINEA DE MT, ROMPIENDO DICHA LINEA FASE T ENTRE LA EMT 3043415 Y LA SED

									5083 EN LA COLLPA BAJA.
Reclóser IN - 2012	SECAJA	09/09/2018	19:07:19	09/09/2018	19:09:55	0:02:36	Falla y Otros	Transitorio	En Evaluación
SECC. I371067	UBICADO EN LA HUARACLLA PSE LAS CRISNEJAS	13/09/2018	20:39:00	14/09/2018	11:33:00	14:54:00	Falla y Otros	Transitorio	MOTIVO: POSIBLE PROBLEMA INTERNO EN CM DE LA SEDS CJ-5457 ESTA QUEDANDO CORTADO EL SERVICIO EN EL SECC. I371971
Recloser IN 2012	SET CAJAMARCA	18/09/2018	13:49:00	18/09/2018	13:50:00	0:01:00	Falla y Otros	Transitorio	MOTIVO : EN EVALUACION PERSONAL EN INSPECCION PARA UBICAR PUNTO DE FALLA
Recloser IN 2012	SET CAJAMARCA	19/09/2018	16:29:25	19/09/2018	17:30:00	1:00:35	Falla y Otros	Transitorio	MOTIVO : EN EVALUACION PERSONAL DE EMERGENCIAS EN INSPECCION DEL AMT CAJ005-22.9KV PARA UBICAR PUNTO DE FALLA
Recloser IN 2012	SET CAJAMARCA	26/09/2018	15:28:28	26/09/2018	15:30:22	0:01:54	Falla y Otros	Transitorio	En Evaluación
RECLÓSER I371695	CARRETERA A AGOCUCHO	26/09/2018	9:51:45	26/09/2018	16:54:00	7:02:15	Falla y Otros	Transitorio	En Evaluación
RECLOSER I371696	UBICADO EN PARIAMARCA	27/09/2018	21:15:00	27/09/2018	21:40:00	0:25:00	Falla y Otros	Transitorio	MOTIVO: Por seguridad, para realizar correctivo, debido a rotura del CUT OUT fase T del seccionador de la SED CJ5004 en la localidad de Agomarca, debido a temploneo de la línea de MT por fuertes vientos en la zona.
RECLOSER I371697	UBICADO EN AGOMARCA	18/11/2018	13:11:40	18/11/2018	13:16:53	0:05:13	Falla y Otros	Descarga atmosférica	MOTIVO: FUERTES DESCARGAS ATMOSFERI

									CAS EN LA ZONA
RECLOSER IN-2012	SET CAJAMARCA	01/11/2018	13:44:30	01/11/2018	13:46:25	0:01:55	Falla y Otros	Descarga atmosférica	MOTIVO: FUERTES LLUVIAS Y DESCARGAS ATMOSFERICAS EN AL ZONA DE AGOPITI
RECLOSER IN-2012	SET CAJAMARCA	03/11/2018	10:35:27	03/11/2018	10:36:45	0:01:18	Falla y Otros	Descarga atmosférica	MOTIVO: FUERTES LLUVIAS Y DESCARGAS ATMOSFERICAS EN AL ZONA DE SAN JUAN
RECLOSER I371697	UBICADO EN AGOMARCA	22/11/2018	8:51:34	22/11/2018	9:08:00	0:16:26	Falla y Otros	Descarga atmosférica	MOTIVO FUERTES DESCARGAS ATMOSFERICAS EN LA ZONA
RECLOSER I371697	UBICADO EN AGOMARCA	26/11/2018	7:50:15	26/11/2018	8:21:01	0:30:46	Falla y Otros	Descarga atmosférica	MOTIVO FUERTES DESCARGAS ATMOSFERICAS EN LA ZONA
RECLOSER I371697	AGOMARCA	30/12/2018	0:42:56	30/12/2018	0:50:00	0:07:04	Falla y Otros	Transitorio	MOTIVO: EN EVALUACION
RECLOSER I371697	AGOMARCA	31/12/2018	06:25:05	31/12/2018	6:51:00	0:25:55	Falla y Otros	Línea abierta o caída	MOTIVO: Línea caída fase T entre el vano estructuras 3026665 y 3026666 ubicado en el caserío la Zarza (Sapuc)
RECLOSER I371698	ASUNCION	31/12/2018	09:45:00	31/12/2018	12:18:00	2:33:00	Falla y Otros	Seguridad	MOTIVO: Por seguridad, para relaizar correctivo por línea caída fase T entre las EMT 3026665 y 3026666 ubicado en el caserío La Zarza (Sapuc), debido a deterioro del conductor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Gilberto Aquino Asencio, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 41802771, con el trabajo de investigación titulada,

"ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA INCREMENTAR CONFIABILIDAD EN EL ALIMENTADOR CAJAMARCA 005"

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 30 de Enero, 2021


Gilberto Aquino Asencio
DNI: 41802771