



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Evaluación de la calidad del suministro eléctrico y condiciones técnicas económicas
del alimentador en media tensión Nam001 Hidrandina S.A - Cajamarca”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Malón López, Ernesto (ORCID: 0000-0001-8487-9873)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicado con toda mi alma para mis padres de todo corazón, su ejemplo ha hecho de mí una persona de mucho bien y han sido mi apoyo, esa fuerza que me han llevado a culminar con éxito mis estudios, esta etapa muy importante de mi vida Profesional.

También quiero dedicarle a mi hijo, que con su comprensión, apoyo constante y dulzura ha conquistado mi corazón y siempre pidiéndole a Dios nos conceda la oportunidad de seguir compartiendo momentos felices y de éxitos juntos en nuestras vidas

Ernesto Malón López

Agradecimiento

Agradezco a dios en primer lugar por darme la vida, fortaleza y fuerza y seguir superándome en mi vida profesional adquiriendo nuevos conocimientos para aplicarlos en favor del desarrollo de nuestro distrito, nuestra región, nuestra sociedad y de nuestro País.

Por último, agradecemos a toda la plana docente de nuestra prestigiosa Universidad que a lo largo de nuestra formación Profesional nos han transmitidos sus conocimientos y experiencias para ser de nosotros unos profesionales competitivos y de excelencia.

Ernesto Malón López

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **MALÓN LÓPEZ ERNESTO**, identificado con **DNI N° 46141397**; egresado de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo, con el trabajo de investigación titulado **Evaluación de la calidad del suministro eléctrico y condiciones técnicas económicas del alimentador en media tensión Nam001 Hidrandina S.A – Cajamarca** 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, 22 JULIO 2019



MALÓN LÓPEZ ERNESTO
DNI: 46141397

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Figuras	ix
Índice de Tablas.....	x
Índice de Gráficos.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problemática	1
1.1.1 A nivel Internacional	1
1.1.2 A nivel Nacional.	2
1.1.3 A nivel Local	3
1.2 Trabajos Previos.	3
1.3 Teorías.	5
1.3.1 Sector Eléctrico en el Perú.....	5
1.3.2 Sistema Eléctrico	5
1.3.3 Generación.....	6
1.3.4 Distribución en Media Tensión	6
1.3.5 Distribución en Baja Tensión	7
1.3.6 Calidad del Suministro Eléctrico	7
1.3.7 Sectores típicos	8
1.3.8 Indicadores de Calidad de Suministro Eléctrico.....	8

1.3.9 Interrupciones de servicio.....	10
1.3.10 Causa de la Interrupciones.....	11
1.4 Formulación Del Problema.....	11
1.5 Justificación del Estudio.....	11
1.5.1 Técnica.....	11
1.5.2 Económica.....	12
1.5.3 Social.....	12
1.5.4 Ambiental.....	12
1.6 Hipótesis.....	12
1.7 Objetivos.....	13
1.7.1 Objetivo General.....	13
1.7.2 Objetivos Específicos.....	13
II. MÉTODO.....	14
2.1 Diseño de Investigación.....	14
2.2 Variables, Operacionalización.....	14
2.2.1 Variable Independiente.....	14
2.2.2 Variable Dependiente.....	14
2.2.3 Operacionalización de las Variables.....	15
2.3 Muestras existentes y población.....	17
2.3.1 Población.....	17
2.3.2 Muestra.....	17
2.4 Técnica y equipos de confiabilidad, recepción de datos y validación.....	17
2.4.1 Técnicas y equipos de recepción de datos.....	17
2.5 Metodología de análisis de los datos.....	18
2.6 Ética.....	18
III. RESULTADOS.....	19

3.1 Identificar el tipo de falla o fallas más frecuentes que se produzcan en el alimentador en media tensión NAM001 10 KV, que afecten la calidad del suministro de energía eléctrica de Hidrandina S.A. Cajamarca.	19
3.2 Determinar las Condiciones técnicas y económicas para la calidad de suministro del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina Cajamarca.	24
3.3 Efectuar la evaluación económica correspondiente suministro eléctrico y su calidad de servicio del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina S.A. Cajamarca Hidrandina S.A.	29
IV. DISCUSIÓN.....	31
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	37
Acta de aprobación de originalidad de tesis	40
Reporte de turnitín.....	41
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	42
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	43

Índice de Figuras

Figura 1. Planta de generación de energía.....	6
Figura 2. Distribución en media tensión.....	7
Figura 3. Distribución en baja tensión.....	7
Figura 4. Ubicación del alimentador NAM001.....	19

Índice de Tablas

Tabla 1. Sectores típicos de distribución.....	8
Tabla 2. Técnicas de recepción de datos.	17
Tabla 3. SAIDI Y SAIFI del 2017 al 2019.....	21
Tabla 4. Detalles del plan de acción planteado.	27
Tabla 5. Plan de acción del conductor de media tensión NAM00 2018.	28
Tabla 6. Cálculos financieros.	29

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Alimentador en media tención NAM001.	20
Gráfico 2. Acumulador de SAIDI y SAIFI del 2017 al 2019 del AMT NAM001 H IDRANDINA Cajamarca.	22
Gráfico 3. Variador de SAIFI y SAIDI 2017-2019 NAM001.....	23
Gráfico 4. Equipamiento del AMT NAM001 Hidrandina.	24
Gráfico 5. Ampliación de redes para la interconexión en anillo.	25
Gráfico 6. Implementación de reguladores de tensión.	26
Gráfico 7. El TIR, recuperación de la inversión durante el periodo de un año.	30

RESUMEN

La población padece de interrupciones del suministro eléctrico y muy pocos son los que realizan quejas, reclamos o piden información de los motivos de las interrupciones, salvo cuando la variación de las condiciones normales del suministro eléctrico se prolongue por mucho tiempo; en tal sentido este estudio brindara información de cómo ha venido y se viene desarrollando los problemas de las interrupciones, además brinde un soporte para mejorar la calidad del suministro eléctrico.

El estudio se realizó al circuito eléctrico denominado alimentador en media tensión 10.0 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A., donde según información se ha obtenido durante los últimos años constante interrupciones de servicio eléctrico, por distintos tipos de fallas afectando la calidad del suministro, causando molestia a los clientes, facturación por amplias compensaciones y sobre todo el elevado índice de los indicadores de performance SAIDI y SAIFI, para lo cual se formuló el siguiente problema de investigación ¿La calidad de suministro de energía eléctrica que prevé el alimentador en media tensión 10.0 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A, cumple con las exigencias de la norma técnica y satisface las necesidades técnico económico durante su operación? Teniendo como objetivo general Evaluar la calidad de suministro eléctrico del alimentador en media tensión 10.0 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A, determinar las condiciones técnicas y económicas de operación y funcionamiento, teniendo que en el año 2018 el tiempo total promedio de interrupciones por usuario (SAIDI) es de 1.8206 y la frecuencia media de interrupción por usuario (SAIFI) es de 0.8498, siendo para estos niveles altos de indicadores SAIFI y SAIDI, debido a las diferentes tipos de fallas que ha sufrido el sistema eléctrico y al pasar del tiempo estas se van incrementando considerando que al no realizarse las operaciones de mantenimiento adecuado a estas líneas de media tensión estas seguirían fallando hasta el colapso total del sistema eléctrico para lo cual se brindan y desarrollado planes de acción y poder disminuir estos indicadores, llegando a la conclusión que la implementación del presente implicaría para la concesionaria HIDRANDINA S.A. en el alimentador en media tensión 10.0 KV NAM001 Cajamarca Centro una inversión total de S/. 53, 673.00 (Cincuenta y Tres Mil Seiscientos Setenta y Tres con 00/100 soles).

Palabras Claves: Servicio Eléctrico, SAIDI y SAIFI, Sistema eléctrico, Alimentador MT.

ABSTRACT

The population suffers from interruptions of the electrical supply and very few are those that make complaints, claims or request information about the reasons for the interruptions, except when the variation of the normal conditions of the electricity supply is prolonged for a long time; In this sense, this study will provide information on how the interruption problems have come and are being developed, to be considered a support in the improvement of the quality of the electricity supply.

In the medium voltage power supply 22.9 KV CUT101 Cajamarca Centro Electronorte SA, there have been constant interruptions of electric service during the last years, due to different types of failures affecting the quality of the supply, causing inconvenience to customers, billing of large compensations and all raising the indices of the SAIDI and SAIFI performance indicators, for which the following research problem was formulated? The quality of the electric power supply provided by the medium voltage power supply 22.9 KV CUT101 Cajamarca Centro Electronorte SA, meets the requirements of the technical standard and satisfies the technical-economic needs during its operation? Having as general objective To evaluate the quality of the power supply of the medium voltage power supply 22.9 KV CUT101 Cajamarca Centro Electronorte SA, to determine the technical and economic conditions of operation and operation, having in 2018 the average total interruption time per user (SAIDI) is 1.8206 and the average frequency of interruption per user (SAIFI) is 0.8498, being for these high levels of SAIFI and SAIDI indicators, due to the different types of failures that the electrical system has suffered and over time these are they are increasing considering that not performing the maintenance operations appropriate to these medium voltage lines will continue to fail until the total collapse of the electrical system for which guidelines are provided to reduce these indicators reaching the conclusion that the implementation of the present would imply the concessionaire ELECTRONORTE SA in the feeder in medium voltage 22.9 KV CUT101 Cajamarca Centro a total investment of S /. 53, 673.00 (Fifty-Three Thousand Six Hundred Seventy-Three with 00/100 soles).

Keywords: Electric Service, SAIDI and SAIFI, Electrical system, MT feeder.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática

1.1.1 A nivel Internacional

Se puede apreciar si un país está desarrollando su industrialización basándonos en su indicativo de calidad de servicio suministro eléctrico, de la economía, entre otros. Esto se da, porque para conseguirla, se deben inducir objetivos que pueden en algunos casos mermar a las empresas inversionista con sus propios capitales como también a propia administración estatal o autonómica que les va a retribuir por dicha actividad. “[...] Mayormente en nuestro país se tiene detallado por las empresas de transporte, en España solo esta únicamente la REEIV. Por otro lado, en la actividad de distribución, la dificultad, y con buen criterio, es más difícil. Hay variedad de distribuidos mayoritarios, como, por ejemplo, ENDESA, IBERDROLA, EDP. FENOSA, E. ON y teniendo 342 empresas distribuidoras en total. Hemos oído las siguientes palabras desde hace tiempo atrás “déficit tarifario”, así mismo la de distintos usuarios que expresan sus opiniones como”. “[...] tengo un alza de la tarifa de suministro o “observo el recibo, pero no logro comprender algo en específico”, sin embargo, se da el caso que todas estas opiniones suceden en épocas de dificultades económicas. (RAFAEL, 2017, pp.34).

“[...] Entonces, lo mencionado anteriormente, va a depender de dos términos importantes el TIEPI y el NIEPI. Estos dos, están dentro de lo que llamamos Calidad de Servicio y también relacionadas personas de leyes dentro del ámbito de la electricidad, basándose previamente en la legislación vigente. Así mismo son cuantificadas por las empresas distribuidoras y las transportistas, las que son las principales fiscalizadoras jurídicos de ello” (RAFAEL, 2017, pp.34).

“[...] Con el pasar de los años, esto se ha convertido en un tema de mucha relevancia la Calidad del Servicio eléctrico, ya sea para los usuarios finales de este servicio o para las empresas que venden la energía eléctrica, debido a los diferentes puntos que esta involucra, estos pueden ser técnicos o comerciales, así mismo las transformaciones y aumento de las necesidades de los usuarios en la estructura del sector. En nuestros días, la energía eléctrica

no solo es considerada un bien básico, si no, de suma relevancia por la calidad de esta”. (Rafael Gomes, 2015, p 36).

“[...] La evolución de la sociedad y los cambios en la regulación de distribución de energía eléctrica, generan exigencias en el servicio. Se define calidad de servicio como: a) Relación que existe entre el número de interrupciones, la duración y la continuidad del servicio (TIEPI y NIEPI). b) Según las características de la onda de corriente eléctrica. c) Según la calidad de atención al cliente”. (Rafael Gomes, 2015, p 37).

En la tesis “Factores que afectan la calidad de energía y su solución”, se manifiesta que: Tener buena calidad de energía eléctrica, sigue siendo preocupante para las empresas de servicio eléctrico, debido a la variedad de equipos, herramientas, dispositivos que funcionan con electricidad, donde cada uno presenta características diferentes por la aplicación de la tecnología o no en cada aparato o por su diseño; definir calidad de energía eléctrica resulta ser bien analizado, lo que si en forma general seria ausencia de interrupciones, sobretensiones, y deformaciones de la onda producidos por armónicos en la red, o la variación del voltaje, corriente y la frecuencia del sistema eléctrico. También la calidad de energía eléctrica representa el accionar entre los dispositivos conectados a la red, donde las instalaciones eviten la “fatiga” eléctrica y que los artefactos no provoquen esto, entonces se evidenciaría la calidad energética. Al día de hoy, calidad de energía es la continuidad del suministro eléctrico, por lo que cada día es de mayor importancia por la constante incrementación de cargas sensibles a los sistemas eléctricos de distribución, donde por si solos seria la causa de la variación de la calidad de la energía (SAUCEDO y RAMIREZ, 2008).

1.1.2 A nivel Nacional.

“[...] Esta investigación muestra los resultados producto de las, que se originan en las instalaciones de media, alta tensión y generación, las cuales están estructuradas de la siguiente forma: Planteamiento del Problema, - de 1997 a 2004 el control de la calidad, se realizó según Norma Técnica de la Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)”. En el año 2005 se la resolución Osinerg N° 074-2004- OS/CD, el cual busca solucionar las restricciones de la NTCSE y establece lo siguiente: a) Que las concesionarias de distribución reporten información complementaria a la NTCSE de las interrupciones ocurridas en todos los sistemas eléctricos de su concesión. b) Que los indicadores de performance reflejen el desempeño de los componentes de las

instalaciones de los sistemas eléctricos c) Motivar inversiones en los sistemas eléctricos de distribución mediante señales económicas. (INGA, Esteban y MENDEZ, Alfredo, 2017).

1.1.3 A nivel Local

La investigación realizada en nuestro ámbito local, corrobora inexistencia de estudios y análisis brindada por la empresa de servicios, y menos ha sido o es corroborada por los clientes regulados y libres, es así que esta tesis es uno de los primeros estudios que inicia la comprobación de la calidad de energía eléctrica brindada en nuestra ciudad. Sin embargo, la población padece de interrupciones del suministro eléctrico y muy pocos son los que realizan quejas, reclamos o piden información de los motivos de las interrupciones, salvo cuando la variación de las condiciones normales del suministro eléctrico se prolongue por mucho tiempo; en tal sentido este estudio brindara información de cómo ha venido y se viene desarrollando los problemas de cortes.

En el conductor de media tensión 10.0 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A., se han producido durante los últimos años constantes interrupciones de servicio eléctrico, por distintas causas y tipos de fallas afectando la calidad del suministro, elevados valores en los indicadores SAIDI y SAIFI.

Tener continuidad cuando se suministra energía eléctrica es calidad de servicio, debido a que dichas interrupciones afectan las labores de los diferentes consumidores, estos pueden ser industriales, comerciales, domésticas, etc.

La falta de un adecuado control de actividades de secuencia definida: Inspecciones, termografía, servidumbre, hidrolavado, mediciones, entre otras, que permitan detectar a tiempo incumplimiento de las actividades del plan de acción.

1.2 Trabajos Previos.

“[...] La siguiente tesis para obtener el grado de doctor “Localización de faltas en sistemas de distribución de energía eléctrica usando métodos basados en el modelo y métodos de clasificación basados en el conocimiento”, menciona que: La calidad del suministro es considerada está conformada por dos importantes partes, la forma de onda y la continuidad. En la presente tesis se tratará el tema de la continuidad del suministro mediante la localización de faltas. En los sistemas de transmisión, dicho problema no se encuentra del todo, esto debido a las características de homogeneidad de la línea, la disponibilidad de muchos de los equipos y la medición en los dos terminales, nos

permitirán encontrar el sitio de falta con una alta precisión. En sistemas de distribución, un problema de gran complejidad y que no está del todo resuelto es la localización de faltas”. (MORA, 2017, p.56).

Al obtener la reactancia nos va a permitir cuantificar la distancia partir del uso del modelo al sitio de falta, a este Método se le conoce como el basado en el Modelo (MBM). No obstante, tiene ciertas desventajas que van ligadas a la necesidad de un modelo del sistema y a la posibilidad de contar con varios sitios donde puede haber ocurrido la falta. (MORA, 2017, p.56).

Yack Socualaya Quispe es su informe “Influencia de la coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera IRL Chumpe – 2017”; nos menciona que: El suministro eléctrico está en base a la energía que es demandada por el cliente, en su caso viene a ser la minera I.R.L. , así mismo esto va de la mano al desarrollo de la economía de la sociedad o donde se mire, ya sea industrial, comercial, o agrícola, se sabe, que el sistema de potencia tiene cada vez una mayor importancia respecto a su calidad de suministro en su confiabilidad del sistema, esto es a consecuencia de un mayor uso de la energía eléctrica producto del crecimiento en los últimos años. Esta investigación dará una solución para un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, tomando en cuenta las diferentes fallas que se pueden ocurrir y de esta forma reducir las horas de interrupciones que tienen en el sistema. (SOCUALAYA, 2018, p.45).

Raul Cesar Vilcahuaman Sanabria, en su informe para optar título de doctor en ingeniería eléctrica “Sistema inteligente para supervisión y monitoreo de la calidad del servicio eléctrico”; llegó a la siguiente conclusión: La tesis resalta en la necesidad de desarrollar un sistema inteligente nos permita manipular cantidades grandes de información (big data) y a la vez analizar información que tenga que ver con la calidad del servicio eléctrico por las empresas eléctricas del país. Existe un sistema inteligente llamado VALSIRAI, este es experto en calidad del servicio eléctrico y tiene la capacidad de analizar y gestionar la información que ha sido transferida en tiempos cortos y sin contratiempos por las empresas eléctricas. La información que mandan cada semestre las empresas eléctricas con lo que respecta a la calidad del servicio via SIRVAN 2.0 solo cumplen con la validación de formato. El software encargado de solucionar el problema de inconsistencia de la información es

VALISRA1, esta información es del Anexo I de la BM de NTCSE (18 archivos ASCII por empresa) que es enviada semestralmente. (VILCAHUAMAN, 2016).

Julio Carlos Machaca Vilca y Abell Alexis Coica Delgado en su informe “Estudios y análisis experimental de la calidad del suministro eléctrico de la universidad nacional del Altiplano, utilizando un analizador de redes-2016” llegan a concluir que; Mediante las ensayos de medición con PowerQ4 Plus, se llegaron a obtuvo que la frecuencia medida es la correcta, por otro lado, el voltaje suministrado por los transformadores dentro del campus de la UNA – PUNO esta en el límite el $\pm 5\%$ que se permite por la NTCSE, esto puede causar deterioros de los equipos. Una de las opciones para una optimización económica es realizar una compensación con filtros, debido a la existencia de armónicos de corriente. cuadro mostrado se muestran las características generales medidas en las subestaciones eléctricas (MACHACA, Julio y COICA, Abell, 2017).

1.3 Teorías.

1.3.1 Sector Eléctrico en el Perú

En el Perú, el rubro del sector eléctrico ha ido experimentando en estos últimos quince años mejoras considerables. Ha logrado crecer del 45% en 1990 al 88.8% en junio de 2011, por lo que el acceso a la electricidad ha incrementado la calidad de su servicio. Así mismo, las tarifas eléctricas han estado estables según la media de Latinoamérica.

Por otro lado, existen barreras que romper. Teniendo uno de los principales el escaso acceso a las áreas rurales, habiendo mucho potencial de energías renovables sin explotar. Quien incentiva este tipo de tecnologías es el marco regulador de energías renovables, pero en volúmenes muy limitados debido a que un uso muy alto involucra el aumento del costo de la energía del país.

1.3.2 Sistema Eléctrico

En el conjunto de equipos, conductores e instalaciones que se necesitan para generar, transportar y distribuir de la energía eléctrica. El crecimiento de estos sistemas y el avance tecnológico de la sociedad han ido creciendo conjuntamente desde los siglos XIX y durante todo el siglo XX, incluso se consideró el consumo de energía eléctrica como uno de los indicadores más claros del grado de desarrollo de un país (MORA, 2017, p.34).

1.3.3 Generación

La generación eléctrica transforma otras clases de energía (solar, térmica, química, cinética, lumínica, nuclear, entre otras), en energía eléctrica. En la generación industrial se suele acudir a instalaciones conocidas como centrales eléctricas, que generarán alguna de las transformaciones citadas. Estas conforman la primera escala en el sistema de suministro eléctrico. Generar electricidad, por medio de un generador eléctrico; se basan en su principio de funcionamiento, cambian en función a la forma en que se accionan (MARTINEZ, 2018, p.98)



Figura 1. Planta de generación de energía.

1.3.4 Distribución en Media Tensión

“[...] La distribución eléctrica, son aquellas instalaciones diseñadas y construidas para llevar la electricidad desde los centros de transformación hasta los centros de transformación es decir hasta las subestaciones de distribución, hacia los puntos más cercanos de las cargas o usuarios estas redes los podemos reconocer cuando generalmente están conformadas por sub estaciones de distribución (SED), y pueden ser conforme se muestra en la imagen o según su tipo de instalación”. (MARTINEZ, 2018).



Figura 2. Distribución en media tensión.

1.3.5 Distribución en Baja Tensión

“[...] Se denomina distribución en baja tensión a las instalaciones eléctricas que son derivadas desde las SED es decir de la salida secundaria del transformador, siempre y cuando sea del sistema interconectado nacional o aislado en media tensión, o generadas de diversas formas a niveles de tensión, que permite el uso de equipos domésticos e industriales, en los niveles de tensión de 0 a 1000 voltios. Estas redes los podemos identificar por ser instalados por los frentes de nuestras viviendas y de donde sale las conexiones a nuestros contadores o medidores de energía (AREVALO, 2015).



Figura 3. Distribución en baja tensión.

1.3.6 Calidad del Suministro Eléctrico

Basado en el estándar técnico para la calidad de los servicios eléctricos, en su sexto título y en su metodología, se expresa de acuerdo con la continuidad de los servicios eléctricos, es decir, de acuerdo con las interrupciones de los servicios eléctricos que se evaluarán en términos de calidad. se basa en indicadores que miden los momentos

en que ocurren las interrupciones de energía, la duración y la cantidad de energía que suministra, controlada por intervalos de seis meses calendario.

1.3.7 Sectores típicos

De acuerdo con el Artículo 66 de la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), el valor agregado de distribución (VAD) debe calcularse en cada distribuidor de energía.

Los sectores en los que se distribuye la electricidad son sistemas que están dimensionados de acuerdo con el tipo de carga a suministrar, similar a los costos de inversión, mantenimiento y operación. Las empresas tienen diferentes opciones para abastecer industrias típicas.

Para determinar las tarifas de distribución de electricidad, OSINERGMIN presentó una propuesta para el semestre en sectores típicos a la Dirección General de Electricidad (DGE) del Ministerio de Energía y Minería (MINAS) de acuerdo con la Directiva No. 028-2008 EM / DGE, Los siguientes sectores típicos (BALLENA, 2013, p.67).

Tabla 1. *sectores típicos de distribución.*

SECTORES DE DISTRIBUCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Urbano de alta densidad
2	Urbano de media intensidad
3	Urbano de baja intensidad
4	Urbano-Rural
5	Rural
Sistemas eléctricos Rurales SER	SER calificado por INEN según la ley general de electrificación Rural
Especial	Sistema de distribución eléctrica de Villacurri

Fuente: Hidrandina S.A.

1.3.8 Indicadores de Calidad de Suministro Eléctrico

Los indicadores mencionados permitirán hacer una evaluación de la gestión de las empresas y realizar una identificación de los distintos componentes que han sido interrumpidos en los sistemas eléctricos, y poder discernir las que corresponden por su origen, naturaleza, responsabilidad entre otros aspectos.

OSINERGMIN estableció las tolerancias, de los distintos indicadores para los niveles de media tensión, para cada sector típico de cada año (BALLENA, 2013, p.65).

SYSTEM AVERAGE INTERRUPTION INDEX

El SAIDI, nos menciona cual es el tiempo promedio que demoran las interrupciones por cada cliente en un periodo dado.

Evalúa la duración y la gestión de las empresas concesionarias para la posterior reposición del servicio ante una interrupción (Esto va de la mano con los recursos que existen como: las vías de acceso, vehiculas, materiales, medios de comunicación, y por último las cuadrillas”. (Ballena 2013, p. 25).

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times u_i}{N}$$

Dónde:

t_i = Duración de cada Interrupción.

u_i = Número de Usuarios afectados en cada interrupción.

n = Número de interrupciones del periodo.

N = Número de usuarios del sistema electrico o concesionaria al final del periodo, según corresponda.

(SYSTEM AVERAGE INTERRUPTION FREQUENCY INDEX)

El SAIFI, Dicta la frecuencia de corte de energía eléctrica por cliente en un periodo x.

Va de frente a analizar su vulnerabilidad y su frecuencia de las Instalaciones por motivo de mantenimiento sobre los sistemas de energía eléctrica, pueden ser internas (sistemas de protección, rede, instalaciones) como externas (medio ambiente y terceros”. (Ballena 2013, p. 26).

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{N}$$

Dónde:

u_i =Cantidad de clientes afectados por interrupción.

n =Cantidad de interrupciones del periodo.

N =Cantidad de clientes del sistema eléctrico o concesionaria al final del periodo, según corresponda.

1.3.9 Interrupciones de servicio

Es considerada como una interrupción, cuando no existe suministro eléctrico alguno en un punto de entrega; las causas pueden ser muchas, algunas de ellas, por salida de los equipos de las instalaciones a causa de mantenimientos, por maniobras, por ampliaciones, por mal funcionamiento, y por interrupciones programadas; según la norma, no es una interrupción total si dura menos a tres minutos, ni las relacionadas por motivos que escapen de lo previsto corroborado y evaluado por la autoridad. (RAFAEL, 2017, p.45).

La interrupción eléctrica se define como la inexistencia de corriente en un sistema eléctrico, causado por una maniobra de mantenimiento, control y seguridad o por motivo de una falla que fue imprevisto.

Los cortes de energía eléctrica más relevantes vienen a ser en las que se interrumpe el suministro eléctrico del servicio público de electricidad ya que está afecta directamente a todo un Sistema Eléctrico o a más del cinco por ciento del Sistema Eléctrico; aquí, sólo se consideran interrupciones importantes a aquellas que afecten más de 5000 usuarios.

Las interrupciones deben ser siempre reportadas a OSINERG en el lapso de 12 horas desde que ha pasado el hecho mediante los medios electrónicos de transferencia que la Gerencia de Fiscalización Eléctrica defina (BALLENA, 2013, p.65).

- Zona o área geográfica donde los usuarios del servicio público de Electricidad han sido afectados.
- Sistema Eléctrico (de acuerdo a la codificación GART).
- Fecha y hora de Inicio de la interrupción (el formato a usar será dd/mm/aaaa 00:00).
- Fecha y hora de término de la interrupción (el formato a usar será dd/mm/aaaa 00:00).
- Motivo de la interrupción (programado, rechazo de carga o falla).
- Señalar posible causa que ocasionó la interrupción (descarga atmosférica, hurto de instalación, etc.).
- Número de usuarios afectados (estimado).
- Demanda afectada (Kw) (valor estimado de la demanda interrumpida al momento de ocurrido el hecho).
- Instalación causante de la interrupción (Generación, transmisión o Distribución).
- Código de la instalación causante de la interrupción.

Si se vence el plazo que nos dan, o estos coinciden con días no laborables, el reporte tiene que ser emitido dentro de los días hábiles siguiente al evento (BALLENA, 2013).

1.3.10 Causa de la Interrupciones

“[...] Encontrar las causas que dan origen a las interrupciones, les ayudará a las empresas poder tener una orientación a sus acciones una futura mejora de la calidad de energía eléctrico en los sectores típicos.

Entonces, se sabe que las causas se encuentran en diferentes cantidades en cada sector típico; esto dependerá de cada instalación eléctrica, de la geografía, del medio social y el mantenimiento en cada sistema eléctrico.

Las interrupciones no programadas son referenciadas a las mismas fallas del sistema eléctrico en lo que sucede seguidamente como subcausa que falla el equipo, toque no voluntario de la línea, etc”. (Ballena 2013, p. 27).

1.4 Formulación Del Problema

¿La calidad de suministro de energía eléctrica que prevé el alimentador en media tensión 10 KV NAM01 Cajamarca Hidrandina S. A, ¿cumple con las exigencias de la norma técnica y satisface las necesidades técnico económico durante su operación?

1.5 Justificación del Estudio.

1.5.1 Técnica.

La calidad de suministro eléctrico, significa tener una infraestructura rígida compacta y bien distribuida que permita o facilite la adecuada distribución de la energía eléctrica, entre otros como no dañar el ornato de las ciudades, mantener las distancias mínimas de seguridad, o tener una franja de servidumbre bien mantenida, el dimensionamiento, capacidad de equipos y conductores; por otra parte, el control y funcionamiento de los sistemas eléctricos respecto a la calidad de producto, calidad de suministro o calidad comercial significan la estabilidad y continuidad del servicio de electricidad, mientras se conserve estos parámetro podemos decir que técnicamente las distribución de la energía eléctrica está garantizada y es de buena calidad.

1.5.2 Económica

El suministro de energía eléctrica, afecta económicamente cuando, no se tenga una infraestructura capaz de brindar condiciones estables, que brinde confiabilidad y continuidad del servicio de electricidad, además que durante su operación permita o facilite el ingreso de cargas sin afectar la calidad del suministro, es decir durante o que, cuando se tenga un evento este adaptada para minimizar los gastos de operación y mantenimiento.

1.5.3 Social

La calidad del suministro de energía eléctrica afecta socialmente principalmente cuando existe una interrupción que afecte a grandes partes de la sociedad y más aún por tiempos prolongados, donde las sociedades consumidoras de la energía eléctrica se vean afectados por la falta de electricidad provocaría la baja producción de la industria o evitar el uso de artefactos con el suministro eléctrico.

1.5.4 Ambiental.

Por el mismo hecho que la energía eléctrica en nuestro país es generada por energías renovables, ambientalmente no es de mayor relevancia el impacto dañino al ambiente; sin embargo, puedo indicar que durante la operación y mantenimiento se usa diversos productos y material que inciden en el ambiente, como también el fenómeno físico de inducción magnética; todo esto representa un rango mínimo de afectación al ambiente, hecho que puede ser otro tema de investigación de tesis.

1.6 Hipótesis.

La calidad de suministro eléctrico del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A, cumple con las exigencias de la norma y satisface las necesidades técnicas y económicas.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General

Determinar la calidad de suministro eléctrico del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina S.A, en la ciudad de Cajamarca, identificando las condiciones técnicas y económicas durante la operación y funcionamiento.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- A. Identificar el tipo de falla o fallas más frecuentes que se produzcan del alimentador en media tensión 10 KV NAM001, que afecta a la calidad del suministro eléctrico de Hidrandina S.A. Cajamarca
- B. Determinar las condiciones técnicas de infraestructura y energía eléctrica, que relacionan a la calidad de suministro eléctrico del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina S.A. Cajamarca y la variabilidad de los indicadores SAIFI y SAIDI.
- C. Efectuar la evaluación económica correspondiente a la calidad de suministro eléctrico del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina S.A. Cajamarca Hidrandina S.A.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación.

Según el objetivo a lograr: **Aplicada**

Según a la técnica de contrastación: **NO Experimental**

La investigación del proyecto es no experimental/Aplicada, donde se procesa y analiza la información registrada de los eventos obtenidos durante los periodos de evaluación del objeto en estudio.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable Independiente

Calidad de suministro según los indicadores Las veces en que se corta en suministro eléctrico (N) y La duración en que el sistema está sin energía eléctrica (D) El corte de energía del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A.

2.2.2 Variable Dependiente.

Interrupciones, tiempo de duración y la energía dejada de suministrar en el alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A.

Condiciones técnicas y económicas para la calidad de energía eléctrica suministrada al alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina S.A, Cajamarca.

2.2.3 Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable Independiente. Calidad de suministro según los indicadores Número de interrupciones (N) y Tiempo de duración (D) de interrupciones del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A.</p>	<p>Buena o mala calidad del suministro de energía eléctrica que es un componente de la calidad de servicio de electricidad, se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico en clientes(DGE/MINEM NTC.2011,P.33)</p>	<p>Cantidad de interrupciones obtenidas en un sistema eléctrico de distribución, generando por diversas causas durante el periodo de control, cada mes</p>	<p>Buena Mala Unidades Tiempo</p>	<p>Razón</p>

<p>Variable Dependiente.</p> <p>Interrupciones, tiempo de duración y la energía dejada de suministrar en el alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Cajamarca Hidrandina S.A.</p>	<p>Cantidad de interrupciones tiempo que dura y cantidades de energía que suministra a los clientes en un circuito que se alimenta de energía en un sector</p>	<p>Interpretaciones obtenidas durante un periodo de control en un sistema eléctrico de distribución o alimentador en media tensión</p>	<p>Cantidad Tiempo Energía</p>	<p>Razón</p>
<p>Condiciones técnicas y económicas para la calidad de suministro del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina S.A, Cajamarca.</p>	<p>Aspectos que vinculan a los derechos, responsabilidad obligaciones y garantías mutuas entre los distintos agentes de la edificación y que recoge las experiencias de índoles técnica y legal que ha de regir la ejecución de un proyecto</p>	<p>Especificaciones técnicas y características de los sistemas eléctricos de distribución para que durante su puesta en servicio sea eficaz y que tenga el máximo rendimiento a fin de garantizar beneficios económicos o rentabilidad</p>	<p>Capacidad VAN yTIR</p>	<p>Razón</p>

Fuente: Propia

2.3 Muestras existentes y población.

2.3.1 Población.

Nuestra población son las interrupciones, el tiempo de duración y a la energía dejada de suministrar.

2.3.2 Muestra.

Debido a la naturaleza de la investigación se considera la muestra igual a la población.

2.4 Técnica y equipos de confiabilidad, recepción de datos y validación

2.4.1 Técnicas y equipos de recepción de datos

Tabla 2. Técnicas de recepción de datos.

TÉCNICAS	USO	INSTRUMENTOS
Observación	Registrar Eventos realizados con respecto a las interrupciones del sistema 10 KV.	Formato de recepción de datos
Revisión Documentaria	Búsqueda de datos técnicos y elementos estándar.	Ficha de revisión documentaria

Fuente: Propia

Las técnicas aplicadas son mediante la observación y el análisis de documentos, y se utilizó guías de observación, fichas de registro como instrumentos.

La observación: Consistió en corroborar el hecho y las causas conforme los eventos, realizado de forma espontánea y natural acorde al proceso y plan fijado; registrando los datos de forma constante en sistema de control de SIRVAN y obtenidos para su análisis en formatos de registro conforme las guías.

Revisión Documentaria: Correspondió revisar la información y registros de acuerdo a la materia en estudio en publicaciones, libros, tesis, revistas, informes, páginas web, noticias, etcétera, los mismos que facilitan la investigación.

2.5 Metodología de análisis de los datos.

Para el siguiente, se utilizará la metodología llamada SAIDI y SAIFI. método estadístico del VAN y TIR.

2.6 Ética.

Se considera importante la propiedad intelectual, confidencialidad de los datos más que utilizada para el estudio; como también evitar herir la susceptibilidad de los demás respetando su privacidad, identidad, y proporcionando resultados reales conforme los registros realizados en los sistemas de control.

III. RESULTADOS

3.1 Identificar el tipo de falla o fallas más frecuentes que se produzcan en el alimentador en media tensión NAM001 10 KV, que afecten la calidad del suministro de energía eléctrica de Hidrandina S.A. Cajamarca.

Ubicación

El objeto en estudio se ubica en el departamento de Cajamarca ciudad Cajamarca, que debido a sus instalaciones hace un circuito eléctrico que recorre por los distritos de Jesús, Namora, Matara y localidades anexas.

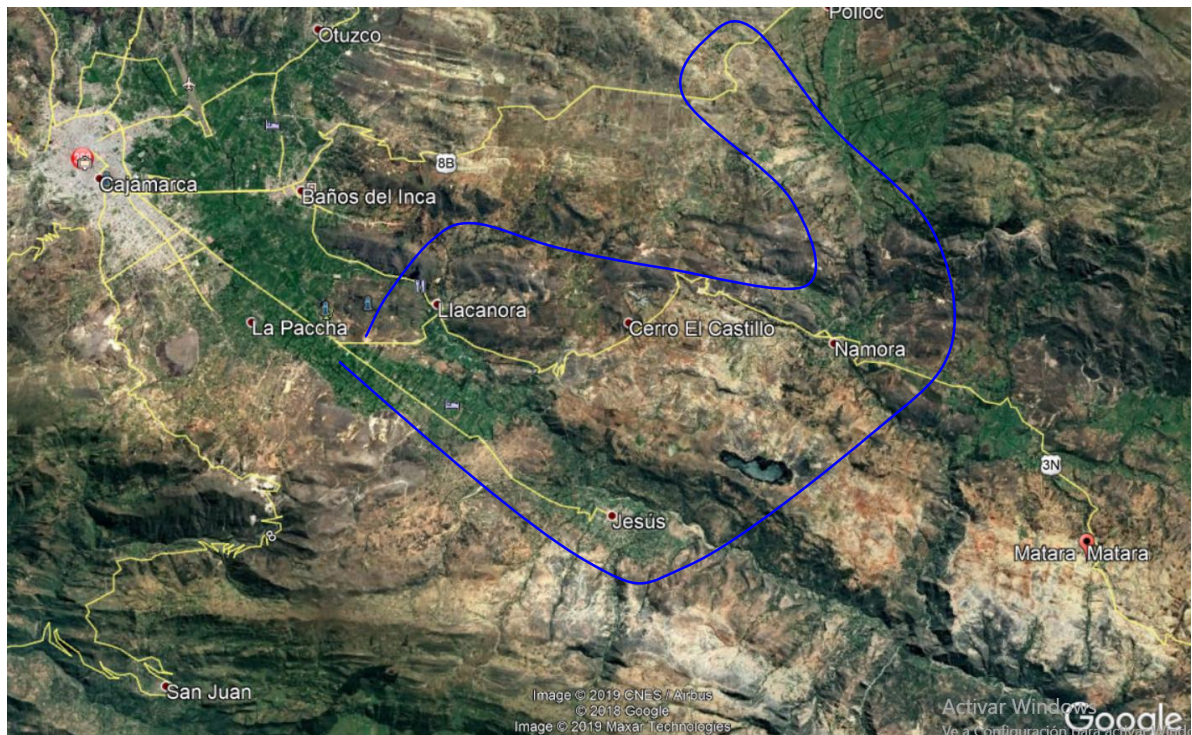


Figura 4. Ubicación del alimentador NAM001.

Características del alimentador en media tensión NAM001.

El alimentador NAM001, es un circuito eléctrico en 10000 V, tiene 94 Km de redes; y que a julio 2019 tiene un SAIDI de 0.0074 y un SAIFI de 0.0047, ante lo cual para su mejor operación últimamente se ha realizado proyectos que permiten enlazar e interconectarse con los alimentadores CAJ005, CAJ003 y SAM001, debidamente diseñados para anillarse unos a otros, con la finalidad de minimizar los tiempos de reposición en caso de interrupciones.

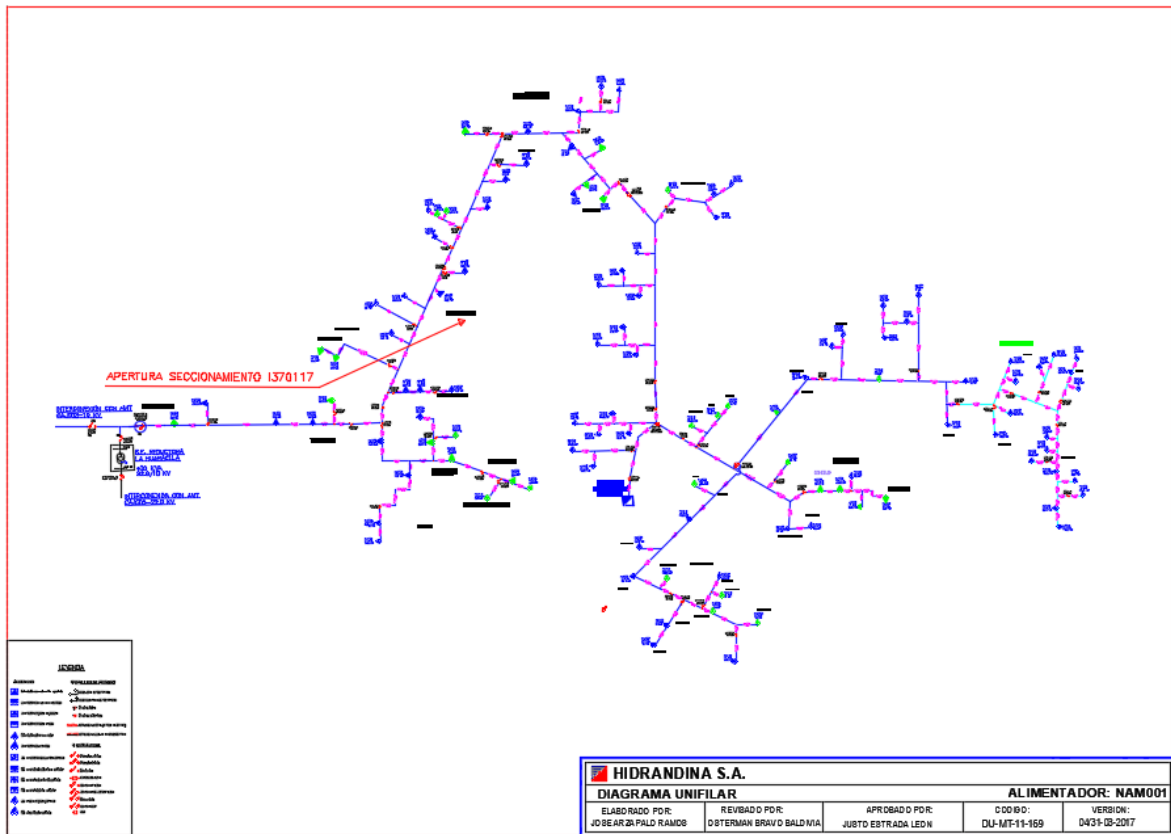
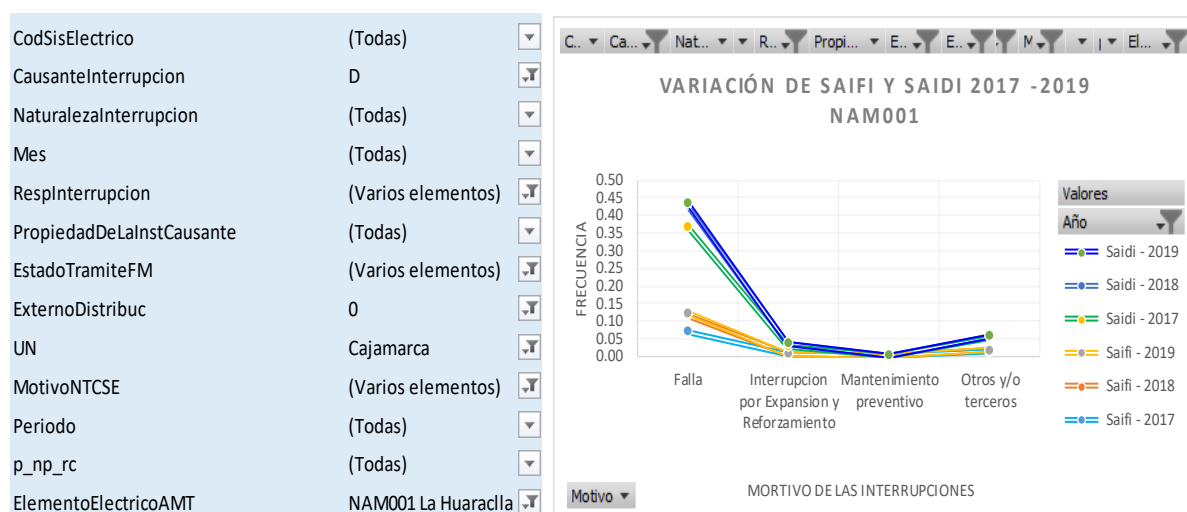


Gráfico 1. Alimentador en media tensión NAM001.

La identificación de la falla o fallas más frecuentes que han provocado interrupciones del servicio de energía eléctrica del alimentador en media tensión “AMT” NAM001, se pudo sacar de la base de datos registros de la concesionaria Hidrandina S.A unidad de neocios Cajamarca; donde se ha registrado y reportado al SIRVAN, los mismos que tienen una frecuencia de interrupciones de 0.3456 y un tiempo promedio de duración de 0.3831.

Tabla 3. SAIDI Y SAIFI del 2017 al 2019.



Etiquetas de columna		Saifi			Saidi			Total Saifi	Total Saidi
Etiquetas de fila		2017	2018	2019	2017	2018	2019		
Falla		0.07	0.05	0.01	0.25	0.06	0.00	0.1234	0.3119
Interrupcion por Expansion y Reforzamien		0.00	0.00		0.02	0.01		0.0054	0.0303
Mantenimiento preventivo			0.00			0.00		0.0002	0.0009
Otros y/o terceros		0.01	0.00		0.04	0.00		0.0162	0.0400
Total general		0.086	0.052	0.007	0.304	0.075	0.005	0.1453	0.3831

Fuente: Hidrandina S.A.

La tabla N°3, muestra los datos técnicos del alimentador NAM001 y su dirección; asimismo, el resumen del SAIFI y SAIDI obtenidos durante los años 2017, 2018 y el primer semestre del 2019, haciendo un acumulado de SAIFI 0.1453 y un SAIFI de 0.3831, aquí se observa la disminución de interrupciones y la frecuencia que se venía dando.

Para determinar el tipo de fallas se ha corroborado el SAIDI y SAIFI, conforme se muestra en gráfico N° 2, proporcionado por la concesionaria Hidrandina S.A.

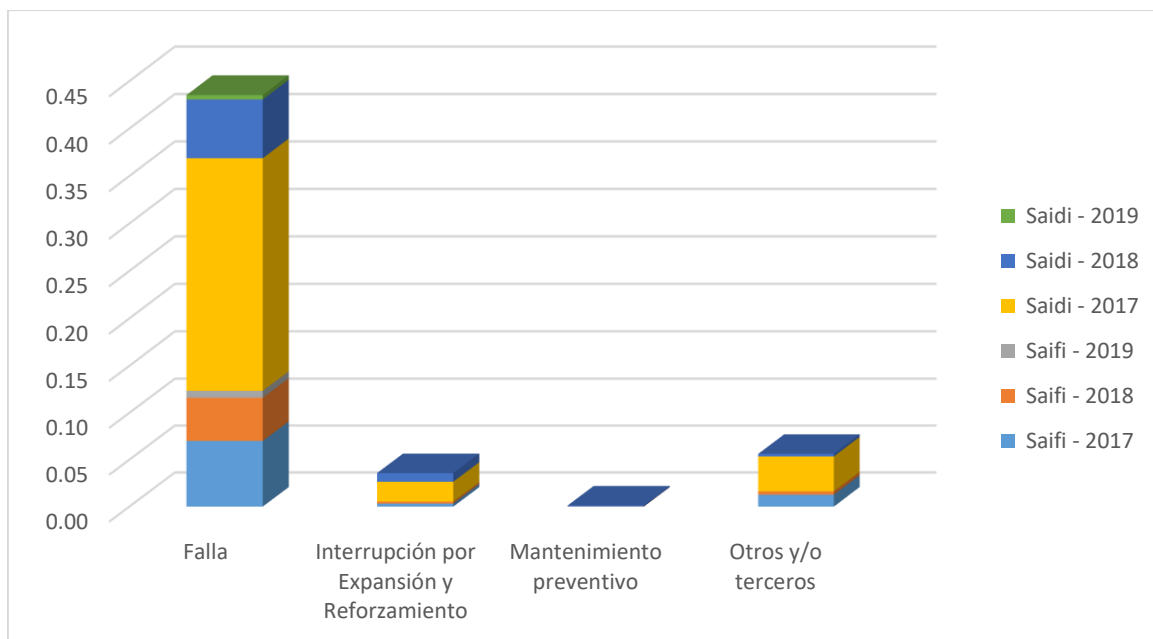


Gráfico 2. Acumulador de SAIDI y SAIFI del 2017 al 2019 del AMT NAM001 H IDRANDINA Cajamarca.

En el Gráfico N° 2; podemos observar las causas de las interrupciones del AMT NAM001, donde se refleja que tanto se corta el suministro eléctrico y la duración de corte, dadas por falla, las mismas que hacen la mayor proporción, seguida de otros y terceros, luego por expansión y reforzamiento, finalmente y en muy baja proporción por mantenimiento preventivo.

Los valores que determina la variación del SAIDI y SAIFI durante los años 2017 al 2019 son conforme se muestran en el gráfico N° 2.

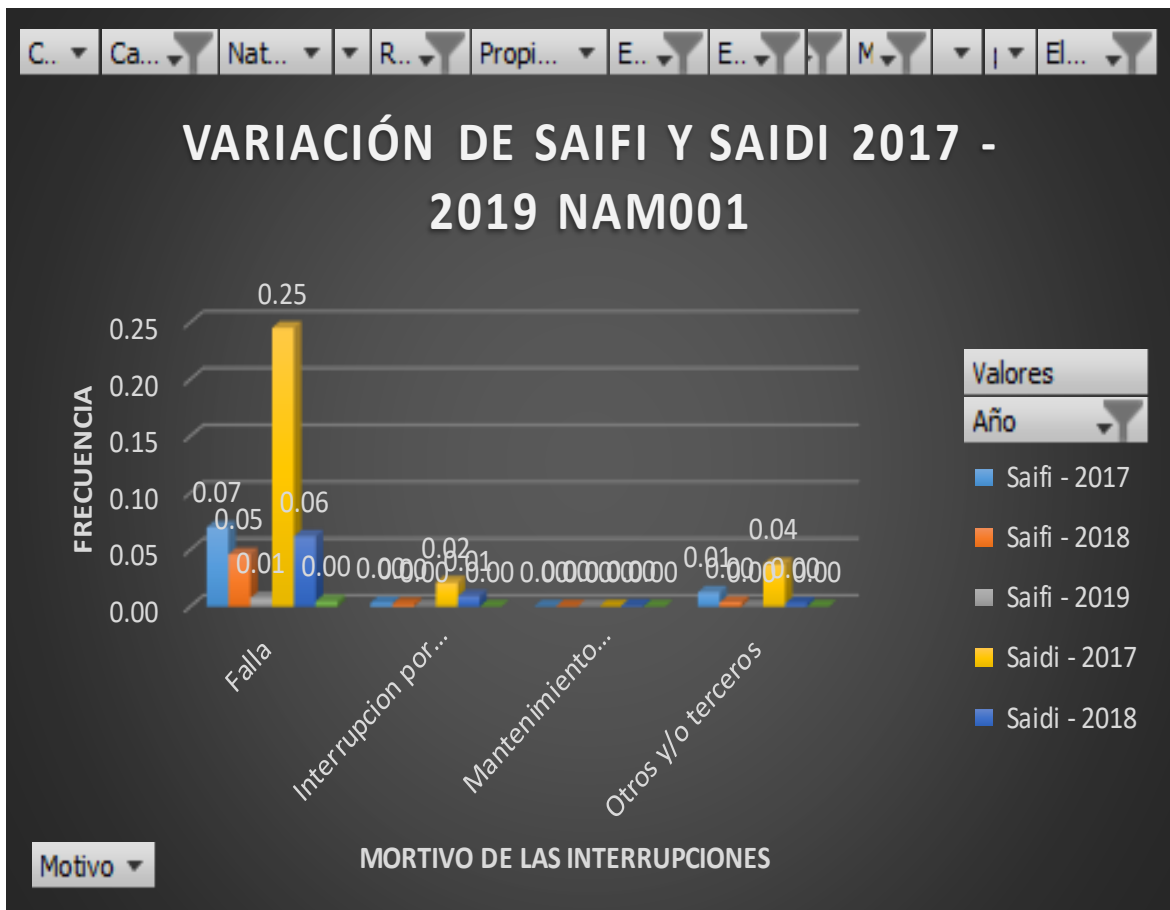


Gráfico 3. Variador de SAIFI y SAIDI 2017-2019 NAM001.

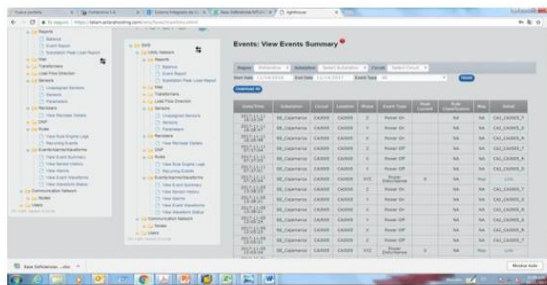
En el Gráfico N° 3, se observa la variación el detalle de los indicadores SAIFI y SAIDI desde al año 2017 al 2019, los mismos que hacen el acumulado conforme se indica en la tabla N° 1.

3.2 Determinar las Condiciones técnicas y económicas para la calidad de suministro del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina Cajamarca.

El alimentador de media tensión 10 KV NAM001, es el alimentador donde se evidencia que los indicadores SAIDI y SAIFI, son los más elevados esto debido a las causas identificadas y que en mayor proporción a consecuencia de fallas, dentro de las cuales se ha podido determinar qué, son por las constantes descargas atmosféricas en las zonas rurales que recorre el circuito eléctrico, las mismas que hacen fallar a los equipos de protección por su diversa magnitud de descarga, provocando averías en los descargadores atmosféricos (pararrayos), seccionadores CUT OUT, seccionadores automáticos (RECOLSER), sistemas de puestas a tierra (PAT), seccionadores bajo carga entre otros dispositivos de control. Como se viene mencionando las condiciones técnicas del alimentador de media tensión NAM001, cuenta con un equipamiento no lo suficientemente consistente que permita o de la confianza de que la energía eléctrica este siempre continua o esté dentro de los rangos establecidos ya que ha venido superándose los parámetros estipulados por la normatividad vigente.



La Unidad de Negocios Cajamarca cuenta con un equipo piloto por fase instalado como piloto en el AMT NAM001, con el cual podemos obtener la información de parámetros eléctricos, eventos de fallas, oscilografías de estas. El interfaz de ingreso es el siguiente.



El equipo llamado sensor inteligente, efectúa el trabajo de varios equipos inclusive como señalizador de falla, registro de perfiles de carga, registro de fallas, medidor de corriente, tensión, GPS, identificador de fases

Gráfico 4. Equipamiento del AMT NAM001 Hidrandina.

Sin embargo pensando en superar la calidad de suministro y también el servicio del alimentador en estudio, La Unidad de Negocios Cajamarca, ha ejecutado diversos mantenimientos correctivos y de reforzamiento, además técnicamente ha incrementado su infraestructura para interconectarlo y trabaja en forma de anillos con los alimentadores CAJ005, CAJ003 y SAM002, para que caso de fallas que tome tiempos prolongados se pueda suministrar de energía eléctrica de cualquiera de estos alimentadores; perdimiento así minimizar los tiempos de interrupción y frecuencia de fallas por la actuación automática en tiempo real de los equipos.



Gráfico 5. Ampliación de redes para la interconexión en anillo.

Técnicamente los niveles de tensión no superan las tolerancias permitidas en la normatividad, las cargas han sido controladas por un estudio de coordinación de la protección y se viene trabajando contantemente en mantener y mejorar estos parámetros.



Gráfico 6. Implementación de reguladores de tensión.

De conformidad a lo indicado, el área técnica planteo y ejecuto un plan de acción para el alimentador NAM001, Con el objetivo de aumentar la calidad del suministro.

Tabla 4. Detalles del plan de acción planteado.

PLAN DE ACCION 2018

INDICADOR SAIDI SAIFI

OBJETIVOS Reducir el SAIDI y SAIFI

Cumplir Metas en estos indicadores

Garantizar la Continuidad en la Operación en estos Alimentadores

PLAN DE ACCION PARA ALIMENTADORES CRITICOS DE LA UU.NN CAJAMARCA - AÑO 2018										IMPACTO	
AMT	CAUSA DE INTERRUPCION	SAIF	SAIFI	PROBLEMATICA	PLAN DE ACCIÓN	INICIO	FIN	FECHA DE EJECUCION	PRESUPUESTO	SAIDI	SAIFI
NAM001	Servidumbre	0.219	1.275	Caída de árboles sobre las redes M.T debido a tala, por contacto de ramas o por debilitamiento de la raíz del árbol	Ejecución del Programa Anual de Mantenimiento de Franja de Servidumbre.	Abril	Agosto		28,660.46	0.077	0.446
	Fenómenos atmosféricos			Sistema Eléctrico ubicado en la sierra a una altura de 3500 msnm, con presencia de fuertes lluvias, acompañado de descargas eléctricas que afectan los equipos de protección en las líneas de M.T. Deterioro de los sistemas de puesta a tierra, aisladores y transformadores	Ejecución del Programa Anual de Saneamiento e Implementación de Sistemas de Puestas a tierra y descargadores de rayos	Abril	Agosto		15,810.41		
	Bajo Aislamiento			Bajo nivel de Aislamiento a causa de aisladores rotos por acción de terceros	Cambio de Aisladores Rotos de Porcelana por aisladores poliméricos en el Sector Rural	Abril	Agosto		19,006.42		
	Línea abierta o caída			Deficiencias en las instalaciones de Hidrandina S.A.	Reforzamiento de redes con conductores de mayor calibre según últimas disposiciones de HDNA. Variantes de Media Tensión por alimentadores de	Abril	Agosto		35,336.75		
	Avería en equipos de protección y maniobra			Mala operación de los equipos	Revisión y Ajustes Sistemas de Protección (Fusibles en cut out, Reles en Reclosers, Interruptores de Salida de los	Abril	Agosto		4,717.63		
	Otros			Deficiencias críticas que pueden afectar la continuidad de Servicio. Estas deficiencias provienen del programa de Inspecciones Predictivas.	Subsanación de deficiencias en Media Tensión (Crucetas, mensulas, retenidas, seccionamientos, estructuras)	Abril	Agosto		124,942.03		

Nota: Los valores del SAIDI y SAIFI son por Unidad de Negocio

Fuente: Hidrandina S.A.

En la tabla N° 4, se resume el plan de acción para intervención del alimentador, donde se describe y detalla de manera prioritaria, las causas de las interrupciones, el SAIFI y SAIDI, la problemática, el plan de acción, la fecha de inicio y termino del trabajo, además los costos que involucra cada uno de ellos.

El plan de acción del alimentador es como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 5. plan de acción del conductor de media tensión NAM00 2018.

PLAN DE ACCIÓN	INICIO	FIN
Ejecución del Programa Anual de Mantenimiento de Franja de Servidumbre.	Abril	Agosto
Ejecucion del Programa Anual de Saneamiento e Implementacion de Sistemas de Puestas a tierra y descargadores de rayos	Abril	Agosto
Cambio de Aisladores Rotos de Porcelana por aisladores polimericos en el Sector Rural	Abril	Agosto
Reforzamiento de redes con conductores de mayor calibre según ultimas disposiciones de HDNA. Variantes de	Abril	Agosto
Ejecución del Programa Anual de Revisión y Ajustes Sistemas de Protección (Fusibles en cut out, Reles en Reclosers, Interruptores de Salida de los	Abril	Agosto
Subsanacion de deficiencias en Media Tension (Crucetas, mensulas, retenidas, seccionamientos, estructuras)	Abril	Agosto

Fuente: Hidrandina S.A

En la tabla N° 5, se plantea realizar trabajos de limpieza de franja de servidumbre, aquí corresponde realizar, taladro de árboles que estén dentro de la franja o estén inclinados a ella, con regularización de pagos a propietarios de los bienes o hacer cumplir lo habilitado; por otra parte se realizó el saneamiento de sistemas de puestas a tierra y cambio de descargadores atmosféricos; cumplimiento del reforzamiento de redes por mayores cables para ampliar la potencia de las instalaciones; mantenimiento en los equipos de protección, seccionadores e interruptores, cambio de soportes como crucetas, ménsulas, retenidas y en general estructuras completas.

3.3 Efectuar la evaluación económica correspondiente suministro eléctrico y su calidad de servicio del alimentador en media tensión 10 KV NAM001 Hidrandina S.A. Cajamarca Hidrandina S.A.

La inversión propuesta para mejorarla el servicio de suministro del conductor de media tensión NAM001, calculado en un periodo de un año, con una inversión de S/. 228,473.70 soles, es sumamente rentable, según la siguiente tabla.

Tabla 6. cálculos financieros.

CÁLCULOS FINANCIEROS				
Cálculos del VAN				
FLUJOS	VALOR NETO	ÍTE	DESCRIPCIÓN	VALOR
I0	-228,473.70	n	Número de periodos	12
F1	232,045.39	i	Tasa de interes	10%
F2	235,600.64	I0	Inversión Inicial	228473.7
F3	239,155.90			
F4	242,711.15			
F5	246,266.41			
F6	249,821.67			
F7	253,376.92			
F8	256,932.18			
F9	260,487.43			
F10	264,042.69			
F11	267,597.94			
F12	271,153.20			
		DETERMINACIÓN		VALOR
		CÁLCULO DEL VAN :=		S/.1,458,918.54
		CÁLCULO DE LA TIR :=		103%

Fuente: Propia.

Podemos corroborar que la inversión se recupera rápidamente para lo cual se hizo el cálculo para un periodo de un año con un valor del VAN de S/. 1.459.918.54 soles, lo que significa un TIR del 103%, siendo sumamente rentable efectuar el mantenimiento y reforzamiento de las instalaciones.

El TIR nos muestra que conforme van pasando los meses la inversión se recupera eficientemente.

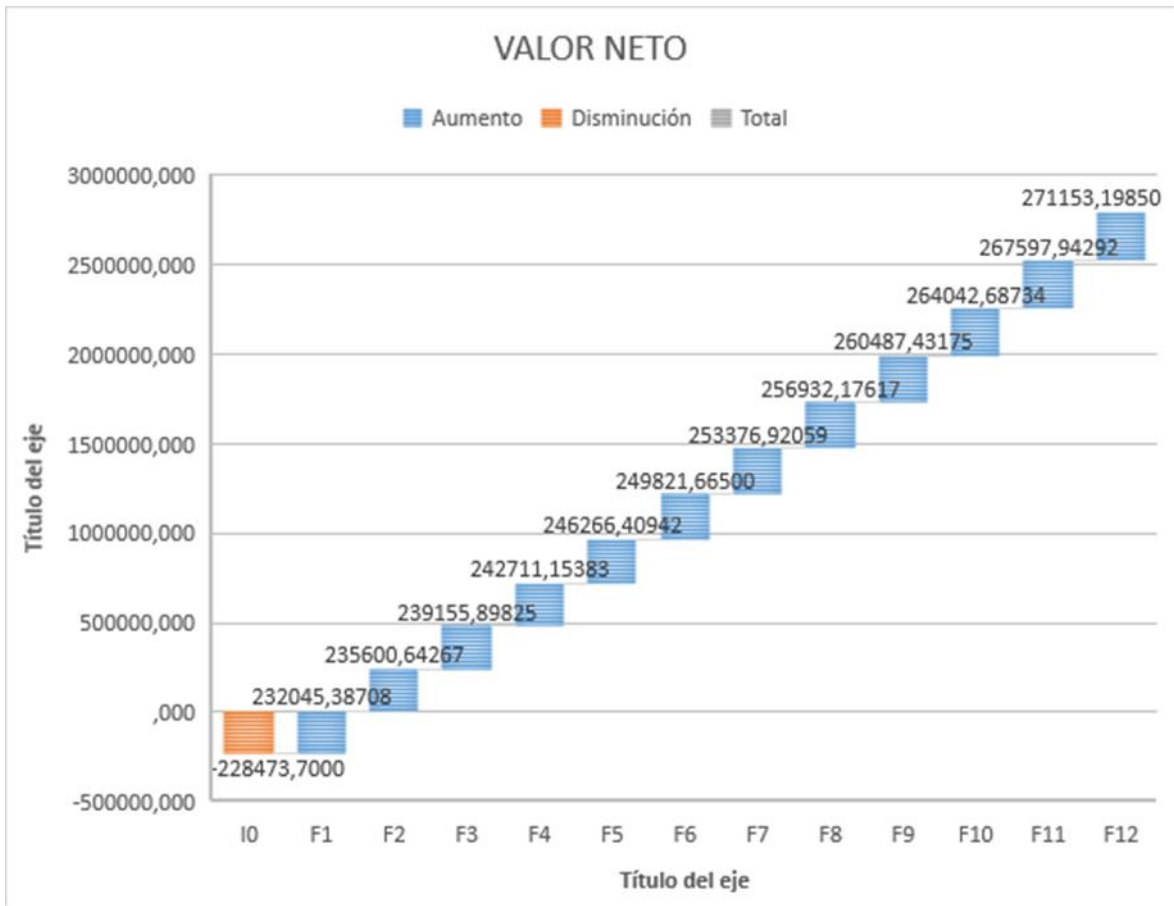


Gráfico 7. El TIR, recuperación de la inversión durante el periodo de un año.

IV. DISCUSIÓN

En la siguiente tesis sobre el grado de doctorado "Encontrar fallas en los sistemas de distribución de energía eléctrica utilizando métodos basados en el modelo y métodos de clasificación basados en el conocimiento", se concluyó que: La calidad de la corriente eléctrica con respecto a la continuidad del servicio. Esto es de la misma relevancia que la atención. El concesionario hacia el cliente. La calidad de la corriente eléctrica depende de la continuidad del suministro y la forma de la onda. Este trabajo aborda la continuidad de la atención a través de la localización de errores. Este problema se resuelve parcialmente en los sistemas de transmisión porque, debido a sus detalles de línea homogéneos, la medición se lleva a cabo en los dos dispositivos finales y tienen muchos dispositivos que permiten la localización de fallas con alta precisión. Asimismo, casi siempre encontramos un modelo simplificado del circuito y las mediciones en la subestación en los sistemas mencionados. Por lo tanto, está de acuerdo con las conclusiones del investigador, ya que el problema es que los sistemas de distribución eléctrica no se mantienen. Entonces, si inicialmente realiza un buen rendimiento eléctrico, disminuirá con el tiempo porque no se realizará el mantenimiento adecuado del sistema eléctrico.

Durante su maestría en el sistema de energía eléctrica "Calidad del producto eléctrico en empresas de distribución en Ecuador", menciona lo siguiente: El suministro de electricidad es importante para la sociedad. La economía y el crecimiento de un país van de la mano con la calidad del suministro eléctrico y el costo del mismo. En muchos casos, puede elegir si las inversiones son sectores con una alta tasa de empleo y prosperidad asociada, razón por la cual los reguladores se están adaptando a la situación cambiada para impulsar cambios para mejorar los servicios. Del mismo modo, el equipo conectado a la red eléctrica ha evolucionado a lo largo de los años, lo que trae consigo varios equipos que, dados los problemas de calidad de la fuente de alimentación, para lo que indica esta investigación, exigen mucho de lo que está en el trabajo. La calidad del producto eléctrico en las empresas de distribución de Ecuador se tiene en cuenta ya que la sociedad actual se está desarrollando económicamente debido al buen servicio de suministro de electricidad, ya que abre varios trabajos donde la electricidad y la electricidad son necesarias, especialmente su continuidad, como los refrigeradores. Etc.

Por otro lado Raul Cesar Vilcahuaman Sanabria, en su sus tesis para obter el doctorado en ingenieria electrica “**Sistema inteligente para supervisión y monitoreo de la calidad del servicio electrico**”; concluye que: es necesario desarrollar un sistema que pueda aadministrar gran cantidad de datos, analizando informacion referente a la calidad de corriente referente al suministro en el pais. VALSIRAI es un sistema inteligente que puede superar los requerimientos antes mencionados, para lo que se esta de acuerdo con lo mencionado por el presente investigador ya que existen sistemas electronicos que son utilizados psrs de esta forma detectar en el menor tiempo la falla ocurrida o la salida del servicio electrico permitiendo brindar una respuesta de trabajo lo mas pronto posible usando la Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico.

V. CONCLUSIONES

- Según los indicadores SAIDI y SAIFI se concluye que durante el periodo 2017 al 2019 el alimentador de media tensión 10 KV NAM001, se evidencia que este alimentador tiene la mayor cantidad de interrupciones falla conllevando a esto a una mayor cantidad de horas sin servicio siendo que del 2017 al 2019 El tiempo promedio de cortes de servicio por cada usuario. (SAIDI) es de 0.3831 y que tantas veces se interrumpe la corriente eléctrica (SAIFI) es de 0.1453, siendo para estos niveles altos de indicadores SAIFI y SAIDI esto debido a las diferentes tipos de fallas que ha sufrido el sistema eléctrico y al pasar del tiempo estas se venían considerando que al no realizarse las operaciones de mantenimiento adecuado a estas líneas de media tensión estas seguirán fallando hasta el colapso y por el hecho asumir las penalidades conforme a ley por parte de la autoridad.
- Se evidencia que las fallas en el alimentador en estudio es debido a descargas atmosféricas, esto porque el alimentador recorre por zonas altas donde existe contante acumulación de tempestad, las falla que le sigue es por otros y tercero, esto por causas ajenas hechos por terceras personas siendo este la segunda falla más frecuente que se tiene con un total de salidas del servicio eléctrico, luego esta las interrupciones por expansión y reforzamiento esto debido a los ingresos de nuevas instalaciones al sistema eléctrico; y en menor cantidad tenemos interrupciones por mantenimientos correctivos es decir interrupciones para reparar o corregir posibles fallas.
- Ante el crecimiento y expectativas de expansión de las instalaciones de la concesionaria se concluye que esto implicaría mayores actividades de mantenimiento para garantizar la operatividad de nuestras instalaciones.
- De acuerdo con la información sobre la implementación del plan de mantenimiento para el sistema eléctrico de media tensión en el alimentador de media tensión CUT101 de 22.9 KV y, por lo tanto, la reducción de errores, la suma resulta de S /. 53, 673.00 (cincuenta y tres mil seiscientos setenta y tres con 00/100 soles), que consisten en costos de herramientas para el grupo de trabajo, elementos de protección, costos de mantenimiento para equipar sistemas eléctricos de media tensión y costos de mano de obra.

VI. RECOMENDACIONES

- Teniendo niveles altos de indicadores SAIFI y SAIDI esto debido a las diferentes tipos de fallas que ha sufrido el sistema eléctrico y al pasar del tiempo estas se van incrementando no proporcionalmente pero si a nivel específico de tipos de fallas se recomienda tomar medidas adoptivas e implementar el sistema para reducción de los indicadores SAIDI y SAFI propuesto como una medida de emergencia y corrección ya que se evidencio que estos problemas derivan de un mala iniciativa de operación y mantenimiento y no esperar al colapso total del sistema eléctrico en media tensión para aplicar un mantenimiento correctivo teniendo en cuenta que este tipo de mantenimiento tiene costos demasiados elevados no recomendables.
- Para implementar el sistema de mantenimiento en los sistemas eléctricos de media tensión del alimentador de media tensión CUT101 de 22.9 KV, se recomienda tener en cuenta las actividades de trabajo seguro (ATS) y las actividades de mantenimiento propuestas, así como los problemas a considerar. Usted tiene uno en la empresa concesionaria que no lo permitiría para llevar a cabo un buen plan de acción con respecto al aumento de la calidad del suministro eléctrico, como la falta de un programa adecuado para controlar y monitorear las actividades en un orden definido: inspecciones, gráficos térmicos, servidumbre, hidrowash, mediciones, etc .; que permiten identificar violaciones de las actividades a tiempo para poder ofrecer una mejor calidad de suministro de energía.
- Teniendo en cuenta que la implementación del presente trabajo de investigación asciende a la suma de S/. 53, 673.00 (Cincuenta y Tres Mil Seiscientos Setenta y Tres con 00/100 soles), se recomienda implementar la presente ya que de esta manera se garantiza un correcto funcionamiento del sistema eléctrico en media tensión y la reducción de forma gradual de las fallas permitiendo así al usuario final tener menor interrupciones en su fluido eléctrico y el mejor aprovechamiento del mismo aumentado la calidad del suministro eléctrico.

REFERENCIAS

- ALBAN, Wilfredo y PANTOJA, German. (2015).** Programa de mantenimiento para la subestación de la Torre. España.
- AREVALO, M. (2015).** Calidad del producto eléctrico en empresas de distribución del Ecuador. Ecuador.
- BALLENA, P. (2013).** Analisis y evaluación de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador M.T 22.9 KV C- 212 de Electronorte S.A. Lambayeque.
- BAUTISTA, Nataly y SOLIS, Vinicio. (2016).** Desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación oriente y alimentador totoras de la empresa eléctrica Ambato S.A. Lima.
- COLLANTES, R. (2016).** Análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga. Lima.
- INGA, Esteban y MENDEZ, Alfredo. (2017).** Resultado de la aplicación del control de las interrupciones del servicio eléctrico en los sistemas de distribución eléctrica, originadas en las instalaciones de media tensión, alta tensión y en generadoras. Perú.
- MACHACA, Julio y COICA, Abell. (2017).** Estudios y análisis experimental de la calidad del suministro eléctrico de la universidad nacional del Altiplano, utilizando un analizador de redes-2016. Lima.
- MARTINEZ, M. (2018).** Naturaleza jurídica del contrato de suministro de energía eléctrica celebrado entre empresas generadoras y clientes libres. España.
- MEJIA, G. (2015).** Operación y mantenimiento de equipo primario en subestaciones eléctricas convencionales. Perú.
- MEM, M. D. (2016).** Plan nacional de electrificación rural PNER 2013 - 2022. Lima.
- MORA, J. (2017).** Localización de faltas en sistemas de distribución de energía eléctrica usando métodos basados en el modelo y métodos de clasificación basados en el conocimiento. Ecuador.
- OSINERGMIN. (2004).** Procedimiento Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos Procedimiento N° 074-2004-OS/CD, Resolución de Consejo Directivo Organismo Supervisor de Inversión en Energía Osinerg N° 074-2004-OS/CD. Lima.
- OSINERGMIN. (2016).** LA INDUSTRIA DE LA ELECTRICIDAD EN EL PERÚ: 25 AÑOS DE APORTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PAÍS. Magdalena del Mar, Lima.

RAFAEL, G. (2017). La calidad del servicio electrico. Ecuador.

SAUCEDO y RAMIREZ. (2008). Factores que afectan la calidad de energia y su solución.
España.

SOCUALAYA, Y. (2018). Influencia de la coordinación de proteccion en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera IRL Chumpe – 2017. Perú.

VILCAHUAMAN, C. (2016). Sistema inteligente para supervisión y monitoreo de la calidad del servicio electrico. Lima.

ANEXOS

ANEXO N° 01

CAPACIDAD DE CORRIENTE TENDIDO AL AIRE

COEFICIENTES DE CORRECCIÓN PARA LA CAPACIDAD DE CORRIENTE

INSTALACION AL AIRE.

A - Cables instalados al aire en ambiente de temperatura distinta de 40° C.

15° C	20° C	25° C	30° C	35° C	40° C	45° C	50° C	55° C	60° C
1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1.00	0.95	0.90	0.84	0.77

B - Cables instalados al aire en canales o galerías.

Se observa que en ciertas condiciones de instalación (canales, galerías, etc.) el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire que los circunda.

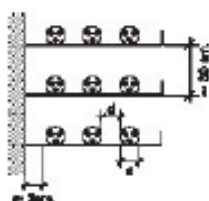
La magnitud de este aumento depende de muchos factores y debe ser determinado en cada caso. Para una valoración aproximada, debe tenerse presente que la sobreelevación de temperatura es del orden de 15° C. La intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por lo tanto, reducirse con los coeficientes de la tabla precedente.

C - Cables trifásicos o ternas de cables instalados al aire y agrupados.

NOTA: Cuando la separación entre cables sea igual o mayor a 2 d no se precisa corrección.

1° - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas continuas, la circulación del aire es restringida, con una separación entre los cables igual a un diámetro d.

Distancia de la pared $> = 2$ cm.



N° de bandejas	N° de cables o ternas				
	1	2	3	6	9
	factor de corrección				
1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84
2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80
3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78
6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76

ANEXO N° 02

GENERALIDADES Y NORMATIVA APLICADA

GENERALIDADES Y NORMATIVA APLICADA

Los cables RETENAX que se proyectan y fabrican en la Argentina cumplen los requisitos exigidos a este tipo de cables por la Norma IRAM 2178 (hasta 33 kV), por la de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 60502-2 (hasta 30 kV), por la IEC 60840 (hasta 161 kV) y por la IEC 62067 (hasta 230 kV), siendo aptos para un amplio campo de aplicaciones. Los precios más asequibles de los cables dotados de este tipo de aislamiento y las cualidades dieléctricas, la mayoría de las veces suficientes, del polietileno reticulado han influido considerablemente en la amplia difusión de estos cables.

PIRELLI con una amplia experiencia y marcado conocimiento de las complejas características tecnológicas de los cables eléctricos, fabrica y suministra los cables RETENAX con aislamiento de polietileno reticulado para la gama de tensiones antes citada.

Los cables RETENAX tienen como principales propiedades: una marcada estabilidad al envejecimiento, la posibilidad de un elevado transporte de corriente, diámetros de cable más reducidos y, por tanto, pesos más ligeros. Cada una de las distintas partes que componen un cable RETENAX: conductor, aislamiento, pantalla, armadura y envoltura, ha sido estudiada para realizar con la mayor fiabilidad la función que de ella se requiere. Asimismo, se fabrican con los mejores materiales, una vez que los mismos han sido seleccionados y controlados.

COMPONENTES USUALES DE LOS CABLES RETENAX

Línea RETENAX H



ANEXO N° 03

Media Tensión

De 2,3/3,3 kV a 19/33 kV

Distribución en MT

DENOMINACIÓN

▶ **RETENAX MT**

NORMAS DE REFERENCIA

▶ **IRAM 2178**

DESCRIPCIÓN

> **CONDUCTOR**

Metal: Alambres de cobre electrolítico de máxima pureza o aluminio grado eléctrico.

Forma: constituidos por cuerdas redondas compactas de cobre o aluminio, mediante un método especial que permite obtener superficies más lisas y diámetros de cuerdas menores que los de las cuerdas normales de igual sección.

Flexibilidad: Clase 2; según IRAM NM-280 e IEC 60228. Opcionalmente, las cuerdas pueden ser obturadas mediante el agregado de elementos que eviten la propagación longitudinal del agua y retarda el desarrollo y la propagación de "Water Trees".

> **SEMICONDUCTORA INTERNA**

Capa extruída de material semiconductor.

> **AISLAMIENTO**

Capa homogénea de Polietileno reticulado (XLPE) extruído en triple extrusión simultánea.

El aislamiento de los cables RETENAX está constituido por polietileno químicamente reticulado de altísima pureza y calidad. El proceso de reticulación se realiza en un medio inerte no saturado de vapor, conocido como "Dry Curing".

La excelente estabilidad térmica del polietileno reticulado le capacita para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90° C, tolerando temperaturas de cortocircuito de 250° C.

> **SEMICONDUCTORA EXTERNA**



Norma de
Fabrica-



Tensión
nominal



Temperatu-
ra de servi-
do



Cuerdas
Rígidas



Resistente a
la absorción
de agua



Resistente
a la abra-
sión



No propa-
gación de
la llama



Resistente
a agentes
químicos



Resistente
a grasas y
aceites



Mezclas
ecológicas