



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**OPTIMIZACIÓN DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE  
SUMINISTRO CON MANTENIMIENTO DE LÍNEAS ENERGIZADAS  
EN LOS ALIMENTADORES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD  
DE TRUJILLO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

**SEGUNDO MIGUEL SAUNE RONCAL**

**ASESOR:**

**Ing. CARLOS SÁNCHEZ HUERTAS**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**SISTEMAS Y PLANES DE MANTENIMIENTO**

**TRUJILLO-PERU**


**2017**

## PAGINA DEL JURADO

“OPTIMIZACIÓN DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE SUMINISTRO CON  
MANTENIMIENTO DE LÍNEAS ENERGIZADAS EN LOS ALIMENTADORES DE  
MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD DE TRUJILLO”

Presentada a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César  
Vallejo de Trujillo para su aprobación.

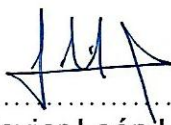
Aprobado por:



.....  
Ing. Jorge Antonio Inciso Vásquez  
Presidente



.....  
Ing. Luis Julia Verástegui  
Secretario



.....  
Ing. Javier León Lescano  
Vocal

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco padre, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida.

A mi Madre, María Hilda quien fue la persona que cada día me motivaba a seguir mis sueños y no dejarlos luchando hasta el final.

A mi Padre Clemente que con su apoyo y ejemplo supo hacer de mí una persona responsable y trabajadora.

A Hijos Miguel Andrés y Miguel Sebastián, que son el motor de mi vida que cada día con sus travesuras me llenan de alegría.

A mi Esposa Sarita por su amor comprensión y confianza, y brindarme su tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme puesto a personas idóneas como mis asesores que gracias a su orientación supieron colaborar con el desarrollo de esta tesis: Ing. Carlos Sánchez Huertas y el Ing. Edward Javier León Lescano.

Asimismo agradezco al Ing. Wilar Saguma Calle que gracias a sus conocimientos, su persistencia y paciencia ha sido fundamental para lograr este objetivo, como también a mis compañeros de trabajo del área de Líneas Energizadas de quienes recibí su apoyo incondicional.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Segundo Miguel Saune Roncal con DNI N° 40412510, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto en los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, Junio 2017



---

Segundo Miguel Saune Roncal

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Optimización de los indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas en los alimentadores de media tensión en la ciudad de Trujillo”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico.

El Autor

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis es optimizar los indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas, el desarrollo de esta investigación se realizó en las instalaciones de la empresa Hidrandina SA., ubicada en la localidad de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad.

El estudio se aplicó específicamente a los alimentadores de media tensión de la unidad de negocios Trujillo, la cual se subdivide en los sistemas eléctricos SE0122-Trujillo y SE1122-Virú, que en conjunto consta de 53 alimentadores.

Para los cálculos de los indicadores de calidad de suministro se utilizó la data histórica del primer y segundo semestre del año 2016, con que cuenta la empresa Hidrandina, registrados en su módulo denominado Optimus NGC-NTCSE.

El presente trabajo unifica los conceptos del SAIFI, SAIDI, energía no suministrada y compensaciones por mala calidad de suministro eléctrico, estos al pasar a una sola escala de medición, cuantificando el SAIDI por medio de la energía no suministrada, el SAIFI por medio del costo promedio de reparación por alimentador y las compensaciones, luego de realizar los cálculos y aplicando el análisis de Pareto se obtuvieron 11 AMT críticos los cuales representa el 51.32% de costos que generan las interrupciones de los 53 alimentadores de media tensión, de ello el 10.89 % representa 62,746.79 US\$ generado por el AMT VIR002 en el primer y segundo semestre del año 2016.

Con los valores obtenidos de los indicadores  $SAIFI_{MT}$  y  $SAIDI_{MT}$  en el primer semestre del año 2017 hemos logrado superar los valores semestrales de desempeño esperado para el alimentador seleccionado obteniendo los valores de 2.94  $SAIFI_{MT}$  y 2.5  $SAIDI_{MT}$ .

Palabras claves: SAIDI, ENS, Compensaciones y Líneas energizadas

## **ABSTRACT**

The objective of this thesis is to optimize the quality indicators of an energized lines maintenance supply, the development of this research was made in the facilities of Hidrandina SA company, located in the city of Trujillo - La Libertad.

The study was specifically applied to the medium voltage feeders of the Trujillo business unit, which is subdivided into two electrical systems: SE0122-Trujillo and SE1122-Virú, which together consists of 53 feeders.

To calculate the indicators of supply quality, we used the historical data of the first and second semester of 2016 of Hidrandina, wich is registered in the module Optimus NGC-NTCSE.

The present study unifies SAIFI, SAIDI, energy not supplied and compensations for poor quality electric power concepts, these ones when passing to a single measurement scale, quantifying the SAIDI by the energy not supplied, the SAIFI by the average reparation cost per feeder and the compensations, after performing the calculations and applying the Pareto analysis were obtained 11 AMT in critical state, which represent the 51.32% of the costs that generate the interruptions of the 53 medium voltage feeders, and the 10.89% of these last, represents US \$ 62,746.79 generated by AMT VIR002 in the first and second semester of 2016.

With the values obtained from the SAIFIMT and SAIDMT indicators in the first half of 2017 we have achieve to overcome the half-year performance values expected for the selected feeder, obtaining the values of 2.94 SAIFIMT and 2.5 SAIDI MT.

Key words: SAIDI, ENS, Compensations and Energized Lines



## ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO .....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN.....	viii
I. Introducción.....	14
1.1. Realidad problemática .....	14
1.2. Trabajos previos.....	16
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	18
1.3.1. Registro de datos de interrupciones.....	18
a. NGC- NTCSE.....	18
b. Centro de control de operaciones CCO.....	19
c. Registro de mantenimiento (Regman) .....	19
1.3.2. Calidad de Suministro.....	20
1.3.2.1. Parametros eléctricos.....	20
1.3.2.2. Indicadores de calidad de suministro.....	22
a. Número total de interrupciones por semestre(N) .....	22
b. Duración total ponderada de interrupción por cliente(D) .....	22
c. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index).....	23
d. SAIDI (System Average Interruption Duration Index).....	24
e. Calculo de indicadores SAIFI <sub>MT</sub> y SAIDI <sub>MT</sub> asociado a las redes de M.T.....	24
1.3.2.3. Compensaciones.....	25
1.3.3. Alimentadores de media tensión(AMT).....	26
1.3.4. Componentes de los alimentadores .....	26
1.3.4.1. Tipo de interrupciones en los Alimentadores de Media tensión .....	31
1.3.5. Mantenimiento con línea energizada.....	32
1.3.6. Elementos de protección para líneas energizadas .....	40
1.3.7. Trabajos de Mantenimiento con líneas energizadas .....	41
1.3.8. Mantenimiento predictivo.....	45
1.4. Formulación del problema .....	50
1.5. Justificación .....	50

1.6. Hipótesis.....	51
1.7. Objetivos.....	51
II. MÉTODO .....	52
2.1. Diseño de investigación .....	52
2.2. Variables, operacionalización .....	53
2.3. Población, muestra .....	55
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
2.5. Métodos de análisis de datos.....	58
2.6. Aspectos éticos .....	58
III. Resultados .....	59
3.1. Recopilación de datos del Optimus NGC-NTCSE, reportes del CCO y Regman. ....	59
3.3. Determinación de los alimentadores críticos de la unidad de negocio Trujillo para el año 2016 .....	66
3.4. Alimentadores críticos .....	72
3.5. Plan de mantenimiento para trabajos con líneas energizadas .....	74
3.5.1. Desarrollo del plan de trabajo.....	74
a) Registro de interrupciones en el AMTVIR002 .....	74
b) Ubicación de las fallas en diagrama unifilar en el AMT VIR002 .....	75
c) Inspección termográfica y efecto corona.....	76
d) Inspección minuciosa por la cuadrilla de líneas energizadas .....	78
3.6. Calculo de los indicadores luego de los trabajos con líneas energizadas.....	84
3.6.1. Saifi y Saidi del alimentador crítico VIR002.....	84
3.6.2. ENS del alimentador critico VIR002 .....	87
3.6.3. Compensaciones del AMT Critico VIR002 .....	88
3.6.4. Comparativo de costos de ineficiencia del ranking de los AMT obtenidos .....	88
IV. DISCUSIÓN.....	91
V. CONCLUSIÓN .....	95
VI. RECOMENDACIONES.....	97
VII. REFERENCIAS .....	98
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	100
ANEXOS .....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1:	Sistema de gestión comercial Distriluz .....	18
Figura 1.2:	Sistema scada los AMT Trujillo sur .....	19
Figura 1.3:	Configuración de un AMT.....	26
Figura 1.4:	Conductor de Cobre (cu) y Aluminio (Al) .....	27
Figura 1.5:	Aisladores .....	29
Figura 1.6:	Conectores de ranura paralela 3 pernos .....	29
Figura 1.7:	Conectores tipo cuña .....	29
Figura 1.8:	Equipos de maniobra .....	30
Figura 1.9:	Trabajos en instalaciones eléctricas.....	33
Figura 1.10:	Trabajos ejecutados sin energía eléctrica .....	34
Figura 1.11:	Zonas de trabajos con elementos con tensión .....	35
Figura 1.12:	Distancias de seguridad a la línea energizadas .....	38
Figura 1.13:	Método a contacto.....	39
Figura 1.14:	Cambio de seccionador cut out.....	43
Figura 1.15:	Conexionado de Recloser .....	43
Figura 1.16:	Trabajos con plataforma .....	44
Figura 1.17:	Cambio de estructura.....	44
Figura 1.18:	Cambio de cruceta .....	45
Figura 1.19:	Reparación de línea .....	45
Figura 1.20:	Espectro electromagnético.....	47
Figura 2.1:	Cámara Termográfica) .....	56
Figura 2.2:	Cámara de Efecto Corona.....	56
Figura 2.3:	Cámara fotográfica.....	56
Figura 2.4:	Herramientas .....	57
Figura 2.5:	Equipamiento para la ejecución de los trabajos .....	57
Figura 3.1:	Ranking de alimentadores críticos .....	71
Figura 3.2:	Ranking de alimentadores críticos en función al costo de ineficiencia.....	73
Figura 3.3:	Puntos de falla en el AMT VIR002 en el año 2016 .....	75
Figura 3.4:	Punto Caliente en porta fusible de seccionador tipo Cut Out.....	76
Figura 3.5:	Punto Caliente en seccionador tipo Cut Out y Conector bimetálico .....	77
Figura 3.6:	Efecto corona en Cut Out y aisladores.....	77
Figura 3.7:	Aislador tipo pin presenta efecto corona .....	78
Figura 3.8:	Conector de Aluminio averiado y Aislador tipo disco roto .....	79
Figura 3.9:	Aislador polimérico con suciedad y Conductor de aluminio deshebrado ...	80
Figura 3.10:	Bucle deshebrado en terminación y conector de aluminio recalentado ....	80
Figura 3.11:	Conductor de cobre conectado directamente a la línea de aluminio.....	80
Figura 3.12:	Conexionado de equipo recloser.....	81
Figura 3.13:	SAIFI Desempeño esperado (D.E.).....	85
Figura 3.14:	Saidi Desempeño esperado (D.E.).....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1:	Factor de ponderación en la duración de la interrupción.....	22
Tabla 1.2:	Tolerancias de los Indicadores.....	23
Tabla 1.3:	Desempeño esperado (D.E).....	24
Tabla 1.4:	Tipo de Interrupciones.....	32
Tabla 1.5:	Clasificación de colores para el equipo de protección personal.....	37
Tabla 1.6:	Distancia mínimas de seguridad para trabajos en línea viva.....	38
Tabla 1.7:	Elementos de protección personal.....	40
Tabla 1.8:	Elementos de Protección Complementaria.....	41
Tabla 1.9:	Trabajos de mantenimiento con líneas energizadas.....	42
Tabla 1.10:	Criterio de clasificación de fallo.....	47
Tabla 1.11:	Metodología de monitoreo de descargas parciales.....	49
Tabla 1.12:	Diferencias entre Uv – Ir.....	50
Tabla 3.1:	Disgregación por responsabilidades de los Indicadores Saifi y Saidi por Alimentador en el año 2016.....	60
Tabla 3.2:	Compensación por alimentador de Media tensión (Dólares).....	62
Tabla 3.3:	Cálculo de los indicadores de calidad de suministro para un cliente de media tensión.....	65
Tabla 3.4:	Calculo de la ENS por Alimentador en función al SAIDI (MWh).....	67
Tabla 3.5:	Calculo se costó de reparación por Alimentador en función del SAIFI.....	68
Tabla 3.6:	Ranking de los alimentadores críticos en función a los costos de ineficiencia.....	69
Tabla 3.7:	Alimentadores críticos en función costo de ineficiencia (dólares/año).....	72
Tabla 3.8:	Elementos que componen el AMT VIR002.....	73
Tabla 3.9:	Observaciones de la inspección minuciosa por Líneas energizadas.....	79
Tabla 3.10 :	Plan de Trabajo del AMT VIR002.....	82
Tabla 3.11:	Comparativo SAIFI Y SAIDI 2017 S1 con los semestre 2016.....	84
Tabla 3.12:	Disgregación SAIFI <sub>MT</sub> por responsabilidad.....	85
Tabla 3.13:	Disgregación SAIDI <sub>MT</sub> por responsabilidad.....	85
Tabla 3.14:	Comparativo SAIFI <sub>MT</sub> Y SAIDI <sub>MT</sub> 2017 S1 con los semestre 2016.....	86
Tabla 3.15:	Comparativo SAIFI <sub>MT</sub> Y SAIDI <sub>MT</sub> 2017 S1 con los semestre 2016.....	87
Tabla 3.16:	Comparativo ENS del 2017 S1 con los semestre 2016.....	87
Tabla 3.17:	Las compensaciones del primer semestre 2017.....	88
Tabla 3.18:	Comparativo de los semestres 2016 y 1er semestre 2017.....	88
Tabla 3.19:	Ranking de los AMT críticos del primer semestre 2017.....	90

## **I. Introducción**

### **1.1. Realidad problemática**

Los consumidores de energía eléctrica demandan cada vez mayores exigencias en la calidad del servicio eléctrico, debido a la dependencia que se tiene con respecto a la energía eléctrica en niveles residenciales e industriales.

En el Perú La calidad del servicio esta normado por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la cual evalúa cuatro aspectos fundamentales: calidad de producto, calidad de suministro, calidad de servicio comercial y calidad de alumbrado público; sin embargo el aspecto más sensible y fácilmente percibible por la población es el aspecto de la continuidad del servicio eléctrico (calidad de suministro). Las interrupciones del servicio son percibidas negativamente por los consumidores y tiene en ocasiones su reflejo en los medios de comunicación. Esto es debido a que las exigencias de los consumidores finales en los últimos años, se ha ido creciendo, por la mejora del nivel de vida y el crecimiento económico.

Los indicadores individuales que miden la Calidad de Suministro son el número de interrupciones promedio por usuario (N) y la duración promedio por usuario (D), los mismo que al ser transgredidos conlleva que las empresas realicen pago de compensaciones a los usuarios afectados; los indicadores por Sistema más utilizados son el SAIFI y SAIDI mediante el cual se mide la calidad de suministro de todo un AMT.

En tal sentido en el Perú desde el año 2005, se cuenta con data histórica del desempeño de los sistemas eléctricos (indicadores SAIFI y SAIDI), que permite a las empresas concesionarias y a la entidad supervisora adoptar acciones de mejora oportuna, para cumplir con los estándares de calidad de suministro. Dicha información histórica será utilizada en el desarrollo de la presente tesis.

Actualmente los indicadores SAIFI Y SAIDI de los departamentos del Perú (Información proporcionada por OSINERGMIN para el año 2015) se encuentran

en el orden de 48 veces/año y 115 horas/año para el departamento de Madre de Dios y 5 veces/año y 18 horas/año para el departamento de Lima, respectivamente. En el departamento de La Libertad en el año 2015 se obtuvo un SAIFI de 15 veces/año y un SAIDI de 36 horas/año, situación que nos coloca en valores por debajo de la media a nivel nacional, sin embargo a pesar de haber transcurrido alrededor de 20 años desde la aplicación de la norma no se ha logrado mantener la calidad de suministro acorde con los pagos que realizan los abonados, motivo por el cual las empresas concesionarias resultan pagando compensaciones y/o multas por transgredir las tolerancias establecidas.

Una de las alternativas para mejorar la confiabilidad y continuidad en el suministro eléctrico; es mediante la aplicación de trabajos con líneas energizadas los cuales se realizan sin interrumpir la continuidad del servicio eléctrico, de esta manera se logra reducir considerablemente los costos de mantenimiento y operación de las instalaciones eléctricas. El presente trabajo presenta un método sencillo y efectivo que permite identificar el Rankin de Alimentadores en base a los costos de ineficiencia, mostrando además donde recae la responsabilidad, en Distribución, Trasmisión o Generación.

La aplicación del mismo se desarrollara en el ámbito de la Unidad de mantenimiento Trujillo que comprende los sistemas eléctricos de Trujillo y Virú, el cual se encuentra ubicado en la parte central y occidental del departamento de La Libertad, cuenta con 223,417 clientes, 4 (cuatro) centros de transformación, 53 Alimentadores de Media Tensión y 946.2 km. de redes eléctricas aéreas y subterráneas de media tensión.

## **1.2. Trabajos previos**

Collantes Velíz, Rubén Segundo(2010),Tesis para optar el grado de maestro en ciencias mención: sistemas de potencia, Titulada “Análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga”, La tesis presenta un análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga del Perú, con la finalidad de establecer sus indicadores System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) y System Average Interruption Duration Index (SAIDI), que respondan a un equilibrio óptimo entre costo y confiabilidad.

De acuerdo a los resultados de la presente tesis, los indicadores SAIFI y SAIDI que responden a un equilibrio óptimo entre costo y confiabilidad y permitirían incentivar la mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica son 2.78 fallas/usuario-año y 8.60 horas/usuario-año. La inversión económica estimada para alcanzar dichos indicadores asciende a 12 688 miles US\$.

Concluyendo como opción de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga, la colocación de equipos de protección y seccionamiento, se tiene para alimentadores subterráneos que la opción óptima comprende el uso de seccionadores bajo carga en la troncal del alimentador, seccionadores bajo carga con fusible limitador en sus laterales y alimentaciones alternativas manuales.

Jorge Hernán Ayre Sánchez (2005), al conferírsele el título de Ingeniero Electricista, Realizada en la Universidad Nacional de Ingeniera de Perú. Titulada evaluación de la confiabilidad mediante el método de modo de fallas y ubicación óptima de seccionadores en una red de distribución eléctrica. En la presente tesis se desarrolla la problemática de la calidad del suministro eléctrico en redes de media tensión, para ello se ha desarrollado un procedimiento, que permita cuantificar la continuidad del servicio eléctrico y dar alternativas para un aumento de la confiabilidad del sistema, teniendo como objetivo seleccionar la alternativa óptima al mínimo costo, para lo cual se desarrolla un algoritmo que permita la ubicación de seccionadores en una red de distribución.

Como conclusión los resultados de esta tesis en los alimentadores A1 y A2, se determinó por colocar un seccionador de enlace y uno de línea, con los cuales se tuvo un ahorro de S/. 48,495 y mejora en el índice SAIDI de 3.194 a 1.706. 125, asimismo los alimentadores A3 y A4, se determinó por colocar un seccionador de enlace y uno de línea, con los cuales se tuvo un ahorro de S/. 56,656 y mejora en el índice SAIDI de 1.910 a 1.206.

Los resultados que se obtuvieron en la presente tesis, muestran que las ubicaciones de los seccionadores son dependientes de la red y de la inversión que se realice, también se observa que la confiabilidad está en función directa al adicionar más seccionadores en la red eléctrica.

Luis Carlos Peren Poyon (2009), al conferírsele el título de Ingeniero Electricista, Realizada en la Universidad San Carlos de Guatemala, titulada: "Técnicas para mantenimientos, conversión y Mejoras, en Líneas eléctricas de Distribución de media tensión de 13.8 KV y 34.5 KV en vivo". El presente trabajo tiene como finalidad presentar en forma detallada las diferentes técnicas, que en la actualidad existen para la realización de trabajos en líneas eléctricas de distribución en vivo, se estudia los campos de aplicación de estas técnicas, tales como mantenimiento, conversiones y mejoras e líneas de distribución .El costo de realizar estos trabajos sin tensión es elevado para las industrias, comercios y clientes en general, por lo que en la actualidad se hace indispensable que la mayoría de estos trabajos se realicen en línea viva.

Concluyendo que la implementación de estos trabajos en línea viva no es una moda es una necesidad, y una exigencia muy estandarizada en la mayoría de los países a nivel mundial, se debe tener en cuenta que existen muchos trabajos en líneas vivas y que no solo se limita a las industrias de generación transmisión y distribución de corriente eléctrica, sino como también para poder producir a bajos costos todas las ramas de la industria y el comercio que se ven en la necesidad de exigir un abastecimiento de energía eléctrica durante las 24 horas, esto trae como consecuencia que se trabaje con más frecuencia en líneas vivas, para lograr la continuidad de servicio de energía eléctrica.



### 1.3. Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1. Registro de datos de interrupciones

##### a. Optimus NGC- NTCSE

Se denomina, al sistema de gestión comercial del grupo Distriluz (Ensa, Enosa, Electrocentro e Hidrandina) este módulo contiene información técnica y comercial utilizada para los diferentes reportes solicitados por la NTCSE y reportes de gestión propia de cada empresa.

Este módulo contiene los registros históricos de todas las interrupciones ocurridas en la concesión de cada empresa los indicadores históricos de la misma y los montos de compensación que se ha pagado en diferentes periodos; tiene como entrada la atención de llamadas telefónicas, por parte de usuarios, autoridades (Osinergmin, ministerio) y personal de la misma empresa, el registros de los eventos por parte del CCO ocurridos en las instalaciones de baja, media y alta tensión; cada evento contiene el elemento origen de la interrupción y los elementos interrumpidos, la potencia medida, la cantidad de usuarios afectados, el motivo de la interrupción. Gestión de los indicadores de calidad de suministro, archivos solicitados por la NTCSE (RDI, PIN, RIN, etc.) y monto de compensaciones a los usuarios por transgredir las tolerancias establecidas.

En la figura N° 1.1 muestra los elementos de entrada y salida del NGC-NTCSE

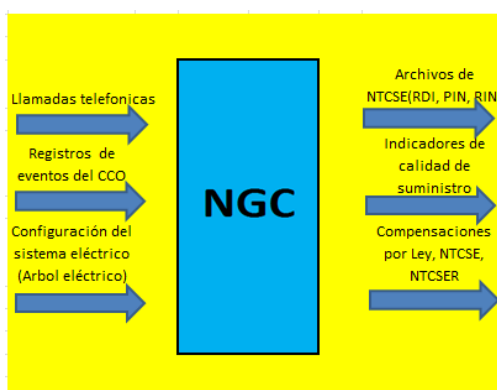


Figura 1.1: Sistema de gestión comercial Distriluz.

Fuente: Autor

## b. Centro de control de operaciones CCO

Es el encargado de mantener, coordinar, vigilar, reportar cualquier incidente que se presente en las instalaciones de la empresa concesionaria; para tal función cuenta con un sistema de control de última generación SCADA, cuya misión es gestionar la información que se recibe en tiempo real desde las centrales y las instalaciones de la red para presentarla a los operadores en una forma gráfica fácilmente comprensible y efectuar los estudios que garantizan la seguridad del sistema eléctrico. El CCO controla de forma permanente el estado de la red y sus parámetros eléctricos actuando sobre las variables de control para mantener la seguridad y calidad del suministro o para restablecer el servicio en caso de que se haya producido un incidente, la figura N° 1.2 se muestra los alimentadores de media tensión de la subestación Patio sur.

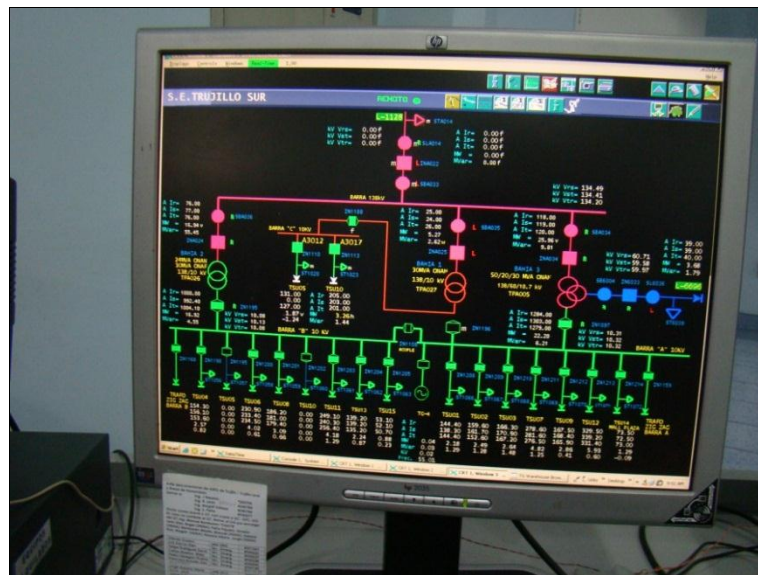


Figura 1.2 Sistema scada los AMT Trujillo sur

Fuente: Hidrandina

## c. Registro de mantenimiento (Regman)

Archivo en Excel donde se registra las actividades de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de las diferentes áreas de trabajo de la unidad de mantenimiento distribución de Trujillo.

### **1.3.2. Calidad de Suministro [1]**

La Calidad de Suministro se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico a los Clientes, es decir, de acuerdo a las interrupciones del servicio; para poder medir la calidad de suministro se cuenta con indicadores individuales N y D y con indicadores de sistema SAIDI y SAIFI.

La calidad de suministro es un tema muy sensible debido a que este es percibido directamente por los usuarios a través de las interrupciones de servicio y a las altas exigencias que requiere los artefactos eléctricos en la actualidad.

Se considera como interrupción a toda falta de suministro eléctrico en un punto de entrega. Las interrupciones pueden ser causadas, entre otras razones, por salidas de equipos de las instalaciones del Suministrador u otras instalaciones que lo alimentan, y que se producen por mantenimiento, por maniobras, por ampliaciones, o fallas, asimismo, aquellas que hayan sido programadas oportunamente. Para efectos de la Norma, no se consideran las interrupciones totales de suministro cuya duración es menor de tres (3) minutos ni las relacionadas con casos de fuerza mayor debidamente comprobados y calificados como tales por la Autoridad.

#### **1.3.2.1. Parametros eléctricos[2]**

a) Energía activa.

Se define como energía eléctrica al trabajo desarrollado en un circuito eléctrico durante un tiempo determinado unidad W.

La energía activa es aquella que al ingresar a una instalación por los conductores de electricidad produce luz, calor y movimiento es decir produce trabajo útil.

Componentes de la energía activa:

- Potencia activa: Es la potencia que produce un trabajo efectivo en el receptor (resistencias óhmicas, motores, etc.), su unidad es el vatio (W).
- Tiempo: cuya unidad más usual es la hora (h). De ahí que el consumo de energía sea proporcional al tiempo de uso de los equipos.

Su unidad de medida es el kWh, asimismo se mide Mediante el Medidor o Contador de energía activa (kWh).

$$E = P \cdot t \quad (1.1)$$

b) ENS por Alimentador[1]

Es la energía no suministrada a los usuarios pertenecientes al alimentador seleccionado en periodo determinado; se estima de la siguiente manera:

$$ENS = \frac{\text{Energía registrada en una año}(kWh)}{(8760 - SAIDI)} * SAIDI \quad (1.2)$$

Una aproximación con mayor exactitud es sumar la energía no suministrada por cada usuario del alimentador. El modulo NGC-NTCSE realiza este calculo de esa manera.

La ecuación propuesta resulta de inferir la ecuación 1.8 para un alimentador y para el periodo de un año. La ENS (durante un año) es directamente proporcional a la energía registrada durante el año y al SAIDI anual.

c) Demanda máxima mensual (DM)[2]

El más alto valor de las demandas de potencia activa integradas en periodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de un mes. Registradas por un medidor electrónico.

### 1.3.2.2. Indicadores de calidad de suministro[1]

La Calidad de Suministro se evalúa utilizando los siguientes dos (2) indicadores que se calculan para Períodos de Control de un semestre.

#### a. Número total de interrupciones por semestre(N)

Es el número total de interrupciones en el suministro de cada Cliente durante un Período de Control de un semestre:

N = Número de Interrupciones; (expresada en: interrupciones / semestre).

El número de interrupciones programadas\* por expansión o reforzamiento de redes que deben incluirse en el cálculo de este indicador, se ponderan por un factor de cincuenta por ciento (50%).

#### b. Duración total ponderada de interrupción por cliente(D)

Es la sumatoria de las duraciones individuales ponderadas de todas las interrupciones en el suministro eléctrico al Cliente durante un Período de Control de un semestre:

$$D = \sum(Ki \times di) ; (\text{expresada en horas}) \quad (1.3)$$

Dónde:

di : Es la duración individual de la interrupción i.

Ki : Son factores de ponderación de la duración de las interrupciones

En la tabla N° 1.1 muestra los factores de ponderación por tipo de interrupción.

Tabla 1.1: Factor de ponderación en la duración de la interrupción

Interrupciones	Ki
Programadas* por expansión o reforzamiento	0.5
Programadas por mantenimiento	0.25
Por Falla u otras	1

Fuente: Norma técnica de calidad de servicio eléctricos [1]

\* El término “Interrupciones programadas” se refiere exclusivamente a actividades de expansión o reforzamiento de redes; o, mantenimiento de redes, ambas programadas oportunamente, sustentadas ante la Autoridad y notificadas a los Clientes con una anticipación mínima de cuarenta y ocho (48) horas, señalando horas exactas de inicio y culminación de trabajos.

En la tabla N° 1.2 se indica las tolerancias de los indicadores N y D para cada nivel de tensión:

Tabla 1.2 Tolerancias de los indicadores

N.T	N´	D´
B.T	8	13
M.T	6	10
A.T	3	6

Fuente: Norma técnica de calidad de servicio eléctricos [1]

Las exoneraciones para estos indicadores son:

Se excluyen: interrupciones menores que 3 minutos, las calificadas como fuerza mayor, asociadas a obras de gran envergadura de interés público de otros sectores, por reforzamiento de instalaciones de transmisión, por congestión por transmisión o por falta de abastecimiento en el ducto del gas natural.

### c. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)[3]

**SAIFI** ó Frecuencia Media de Interrupción por usuario en un periodo determinado mide la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos, ante las fallas en los componentes, maniobras e indisponibilidades que afectan a los sistemas eléctricos, estas pueden ser propias (sistemas de protección, diseño de redes, estado de las instalaciones) y externos (medio ambiente y terceros).

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{N} \quad (1.4)$$

Dónde:

U<sub>i</sub>: Número de usuarios afectados en cada interrupción “i”

n: Número de interrupciones en el periodo

N: Número de usuarios del sistema eléctrico al final del periodo

**d. SAIDI (System Average Interruption Duration Index) [3]**

**SAIDI** ó Tiempo Total Promedio de Interrupción por usuario en un periodo determinado. Mide el tiempo de la duración de la interrupción, está relacionado con la ubicación de falla, con la intensidad de la falla y los recursos disponibles para la reposición como: cuadrillas, vehículos, materiales, medios de comunicación, además las vías de acceso, la longitud de redes, etc.

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i x U_i}{N} \quad (1.5)$$

Dónde:

U<sub>i</sub>: Número de usuarios afectados en cada interrupción “i”

t<sub>i</sub>: Duración de cada interrupción “i” (medido en horas)

N: Número de usuarios del sistema eléctrico al final del periodo

**e. Calculo de indicadores SAIFI<sub>MT</sub> y SAIDI<sub>MT</sub> asociado a las redes de M.T**

Estos indicadores se consideran para evaluar el performance de la operación en distribución para ello se consideran solo las interrupciones cuyo origen se ha dado en las redes de M.T. excluyendo los eventos que han sido declarados como fuerza mayor por el Osinergmin.

Estos indicadores de performance tienen su desempeño esperado determinado por el Osinergmin por cada sector típico al que pertenece el sistema eléctrico.

En la tabla N° 1.3: Indica el desempeño esperado para los indicadores de calidad por sistema eléctrico.

Tabla 1.3 Desempeño esperado (D.E)

Sector Típico	SAIFI <sub>MT</sub>	SAIDI <sub>MT</sub>
1	3	6.5
2	5	9
3	7	12
4	12	24
5	16	40
Especial	12	27

Fuente: Resolución 028-2003-OS/CD [3]

### 1.3.2.3. Compensaciones [1]

Representa el costo de que debe pagar la empresa distribuidora, por mala calidad de suministro.

Las compensaciones se calculan semestralmente en función de la Energía Teóricamente No Suministrada (ENS), el Número de Interrupciones por Cliente por Semestre (N) y la Duración Total Acumulada de Interrupciones (D), de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Compensaciones por interrupciones} = e \cdot E \cdot ENS \quad (1.6)$$

Dónde:

e : Es la compensación unitaria por incumplimiento en la Calidad de Suministro, cuyos valores es:

$$e = 0,35 \text{ US\$/kWh}$$

E: Es el factor que toma en consideración la magnitud de los indicadores de calidad de suministro y está definido de la siguiente manera:

$$E = \left[ 1 + \left( \frac{N - N'}{N'} \right) + \left( \frac{D - D'}{D'} \right) \right] \quad (1.7)$$

Las cantidades sin apóstrofe representan los indicadores de calidad, mientras que las que llevan apóstrofe representan los límites de tolerancia para los indicadores respectivos. El segundo y/o tercer término del miembro derecho de esta expresión serán considerados para evaluar las compensaciones, solamente si sus valores individuales son positivos. Si tanto N y D están dentro de las tolerancias, el factor E no se evalúa y asume el valor cero.

### Energía no suministrada (ENS)[1]

Es la Energía Teóricamente No Suministrada a un Cliente determinado y se calcula de la siguiente manera:



$$ENS = ERS / (NHS - \sum di) \cdot D ; (\text{Expresada en kWh}) \quad (1.8)$$

Dónde:

ERS: Es la energía registrada en el semestre.

NHS: Es el número de horas del semestre.

$\sum di$ : Es la duración total real de las interrupciones ocurridas en el semestre

### 1.3.3. Alimentadores de media tensión(AMT)[4]

Conjunto de componentes eléctricos en media tensión destinados a la distribución de la energía eléctrica hasta las Subestaciones de Distribución.

Ramales de distribución se clasifican en:

- Ramal principal: Llamadas también troncales, son líneas principales que salen desde la subestación y están protegidas exclusivamente por el disyuntor o restaurador automático (Recloser) de la misma.[2]

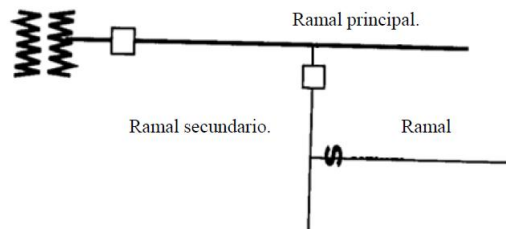


Figura 1.3: Configuración de un AMT

Fuente: Morales, Juan. Elementos de protección de sistemas de potencia [4]

- Ramal secundario: Son líneas que se desprenden del ramal principal y están protegidas por un elemento adicional que pueda ser un cortocircuito con su fusible, un restaurador de línea o un seccionador. [2].

### 1.3.4. Componentes de los alimentadores

Son los elementos que se encuentran presentes en todo el trayecto de la línea de distribución. Están compuestos por diversos elementos para este proyecto se

menciona los más significativos: transformadores, seccionadores, conductores, aisladores, postes y conectores.

➤ **Transformador de potencia [5]**

Un sistema de bobinas mutuamente acopladas en una forma compuesta o núcleo se denomina transformador. Las bobinas o devanados se denominan “primario y secundario” según correspondan a la tensión alta o baja, respectivamente.

Se denomina transformador a una máquina electromagnética que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

➤ **Conductores[6]**

Los conductores utilizados pueden ser de tipo desnudo o aislado. Son de cobre(a), aluminio (b) o de otros materiales o aleaciones con características eléctricas y mecánicas adecuadas.



a. Cobre



b. Aluminio

Figura 1.4: Conductor de cobre (Cu) y aluminio (Al)

Fuente: <http://www.downlight.cl/categorias/4-Cables-Conductores-Elctricos>[18]

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

➤ **Postes [7]**

Son elementos de soporte sobre los que se van a montar los demás elementos, en redes de distribución se utilizan postes concreto, de madera tratada (eucalipto que es la más común), los postes y crucetas de poliéster reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.).

➤ **Aisladores [8]**

Los aisladores constituyen el punto mecánico de soporte de los conductores, cumpliendo además con la función de proporcionar el aislamiento requerido entre conductores y estructura, proporcionando para esto, la distancia dieléctrica en aire.

Los aisladores usados en líneas aéreas de distribución son:

- Aislador de porcelana: [8]

Pueden ser de tipo alfiler o tipo disco formando cadenas, los aisladores de porcelana están fabricados con caolín y cuarzo de primera calidad.

- Aislador polimérico [9]

El núcleo del aislador estará constituido por una matriz de resina reforzada por barra de fibra de vidrio del tipo ECR libre de boro, con una buena estanquidad que impide el fenómeno de ruptura frágil.

El revestimiento que protege al núcleo del aislador así como los discos que aumentan la línea de fuga de los mismos se realizara con un compuesto de base de polímero de silicona junto con aditivos y elementos de relleno que mejoren las características mecánicas del mismo, en la figura N° 1.5 se muestra los aisladores poliméricos(a) y los aisladores de porcelana (b).



a. Poliméricos



b. Porcelana

Figura 1.5: Aisladores

Fuente: <http://www.Aisladores.com/lineas/aereas/lineasaereas.htm>[19]

### ➤ Conectores [10]

Un conector eléctrico es un dispositivo para unir circuitos eléctricos, asimismo existe distintos tipos: de Cobre-Cobre, Aluminio - Aluminio, cobre – Aluminio, de acuerdo al tipo de material a conectar. Se caracterizan por: construcción física, resistencia de contacto. Como también de tipo perno y tipo cuña.



Figura 1.6: Conectores de ranura paralela 3 pernos

Fuente: <https://spanish.alibaba.com>[20]

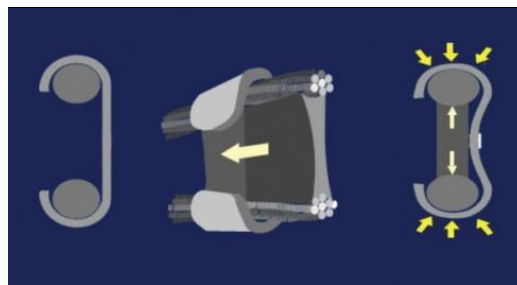


Figura 1.7: Conector tipo cuña

Fuente: [www.madelsca.com/imagenes/descargas/TABLAAMPACT.pdf](http://www.madelsca.com/imagenes/descargas/TABLAAMPACT.pdf)[21]

➤ **Seccionadores, Interruptores y Recloser[11]**

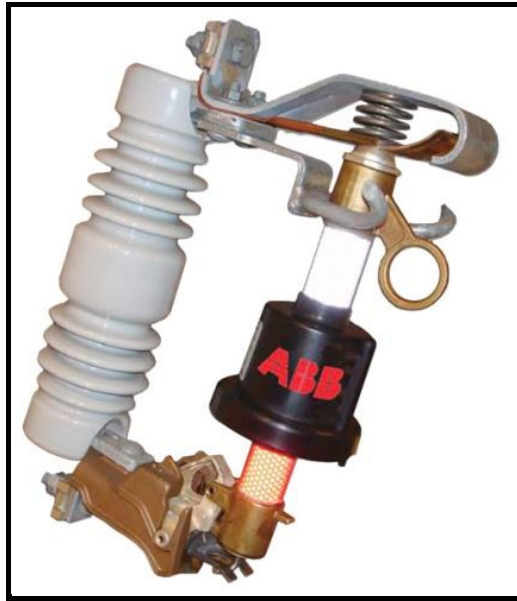
Son equipos destinados a establecer o a interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos.

- Seccionador: es un aparato mecánico de conexión Equipo que puede ser abierto o cerrado sin carga para reconfigurar el alimentador.[6]
- Seccionalizador: Equipo que detecta una falla aguas abajo de su ubicación y abre el circuito en forma coordinada con el equipo de protección y seccionamiento de cabecera. Se utiliza en redes aéreas.
- Reconectador (Recloser): Equipo que detecta una falla aguas abajo de su ubicación, despeja las fallas transitorias y abre el circuito en caso de fallas permanentes. con posibilidad de recierre automático, ajustable monitoreo y operación a distancia. Se utiliza en redes aéreas.
- Interruptor: Equipo que detecta una falla aguas debajo de su ubicación y abre el circuito. Se utiliza principalmente en redes subterráneas.



a. Recloser

Fuente:<http://www.buykorea.org/product-details/recloser>[22]



b. Seccionizador

Fuente: <http://www.myeel.com.ar/producto/Seccionizador>[23]



c. Seccionador tipo cut out

Fuente: <http://www.promelsa.com.pe/productos>[24]

Figura 1.8: Equipos de maniobra

#### 1.3.4.1. Tipo de interrupciones en los alimentadores de media tensión[3]

En la tabla N° 1.4 se muestra los 04 tipos de interrupción a los que están expuestas las redes eléctricas.

Tabla 1.4: Tipo de Interrupciones

1.- Fallas:	2.- Otros y Terceros:	3.- Mantenimiento	4.- Por expansión y reforzamiento:	5.- Fenómenos naturales:
Línea caída por deterioro.	Choque de postes.	Mantenimiento Programado.	Reforzamiento de Redes	Vientos huracanados
Avería subterránea.	Hurto de conductor.	Mantenimiento Correctivo.	Expansión del Sistema Eléctrico.	Rayos.
Bajo nivel de aislamiento.	Actos Vandálicos.			Huaycos
Error de maniobra.				Inundaciones
Deterioro de Equipos.				
Baja frecuencia.				
Rechazo de carga.				

Fuente: Resolución 074-2004-OS/CD [1]

### 1.3.5. Mantenimiento con línea energizada [11]

Los trabajos de mantenimiento se realizan de dos formas sin tensión y con tensión, en la presente tesis se mostrara las bondades de los trabajos con tensión o llamados también con línea energizadas, como también la diferencia entre ellas. En la figura N° 1.9 se muestra los trabajos en instalaciones eléctricas Sin tensión y con tensión.

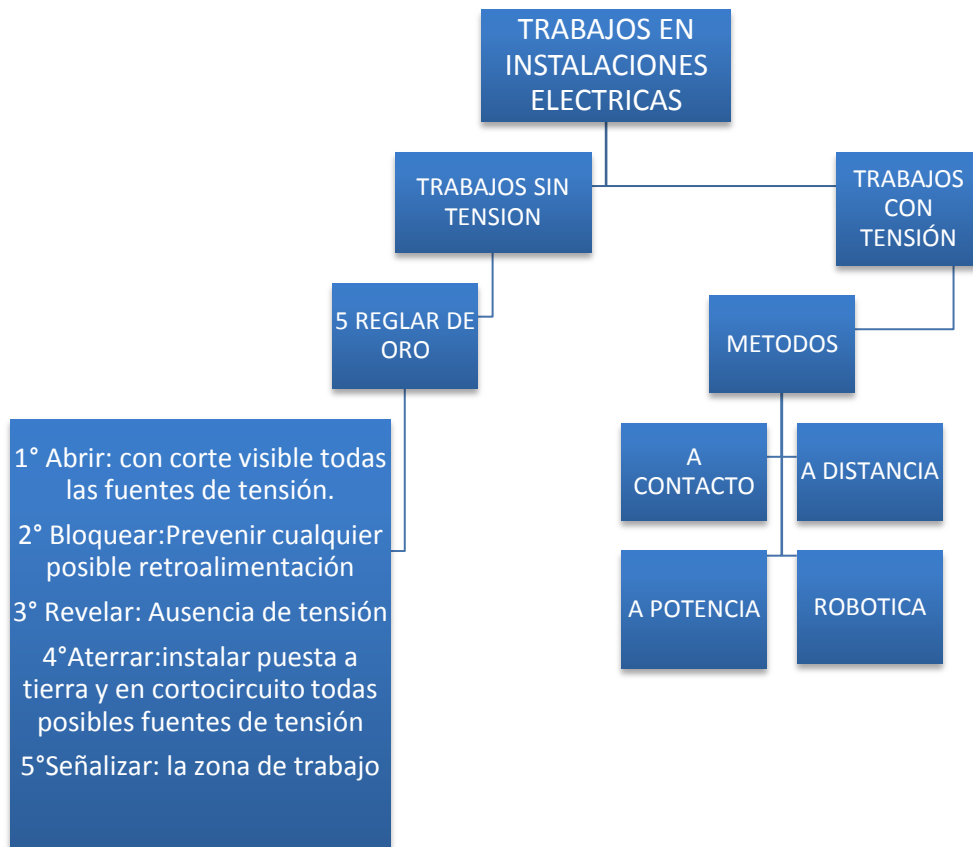


Figura 1.9: Trabajos en instalaciones eléctricas

Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=trabajos+con+tensión+y+sin+tension>[25]

Los trabajos de sin tensión, se ejecuta realizando el corte de suministro eléctrico desde la Subestación de distribución hasta los centros de consumo (viviendas, fábricas y empresas). A continuación las 5 reglas de oro para la ejecución de estos trabajos.

En la figura N° 1.10 se muestra personal técnico realizando trabajos de mantenimiento consistente en traslado de línea a nuevas estructuras por distancias mínimas de seguridad realizado si tensión.





Figura 1.10: Trabajos ejecutados sin energía eléctrica

Fuente: Autor

#### **1.3.5.1. Trabajos de mantenimiento con líneas energizadas[11]**

Llamado también trabajos con tensión, el trabajo con línea energizadas consiste en realizar una actividad sin tener que suspender el suministro de energía eléctrica, se realiza con personal altamente capacitado, motivo por el cual se deberá hacerla con los cinco sentidos en perfecto estado y tomando las distancias mínimas de seguridad en indicadas en la tabla N° 1.6, no debe existir exceso de confianza.

El trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o zona de trabajo en tensión puede entrar en la zona de proximidad, sin entrar en zona de trabajos en tensión, con parte de su cuerpo o con las herramientas que manipula. Además se establece los términos como: Zona de peligro o zona de trabajos en tensión, zona

de proximidad y trabajo en proximidad como se puede apreciar en la figura N° 1.11.

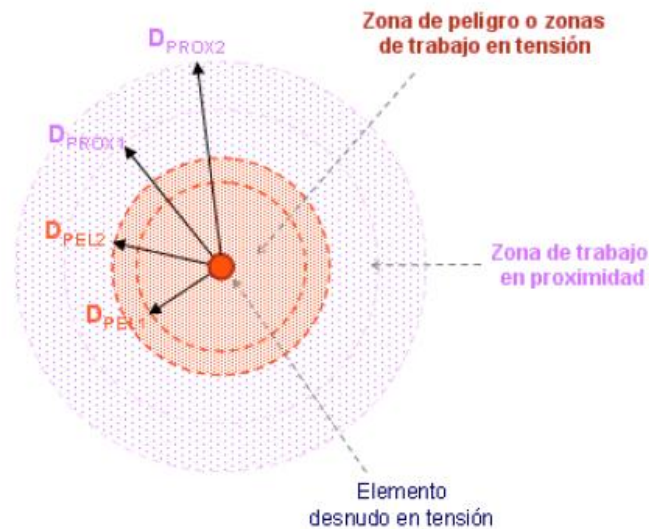


Figura 1.11: Zonas de trabajos con elementos con tensión [17]

### 1.3.5.2. Normas para trabajos con línea energizada [11]

Existen varias normas o clases de normativas que rigen cada una de las partes que conforman la red de media.

A continuación, se presentan las diferentes normas que se utilizan para la fabricación y pruebas de los equipos de protección personal y complementaria para los trabajos de líneas energizadas.

- Norma ANZI Z89.1: Dictada por la asociación internacional del equipo de seguridad, en esta establecen los tipos y clases de cascos de protección, existe dos tipo:
  - Tipo I.- En este tipo el casco solo tiene protección superior.
  - Tipo II.- En este tipo de casco a más de tener protección superior tiene protección frontal, posterior y laterales.

Estos tipos de cascos tiene clases las cuales se clasifican en:

Clase E (eléctrico).- son probados para soportar 20.0000 V.

Clase G (General).- Cascos se prueban 2.200 V.

Clase C (Conductor).- no proporcionan ninguna protección eléctrica.

- Norma IEC 903 y ASTM D-120: estas normas especifican la elaboración fabricación de guantes aislantes de goma.
- Norma ASTM D-1048: esta norma específica la elaboración y fabricación de mantas aislantes de goma.
- Norma ASTM D-1049: esta norma específica la elaboración y fabricación de cobertores aislantes.
- Norma ASTM D-1050: esta especificación cubre las pruebas de aceptación de mangueras aislantes.
- Norma ASTM D-1051: esta especificación es la elaboración, que cubre la fabricación y ensayo de mangas de goma.

Los equipos de protección deben salir de fábrica con las siguientes pruebas que se llevaran a cabo: ensayo de resistencia, absorción de la humedad, prueba de resistencia al ozono, prueba química, resistencia a la tracción, resistencia al desgarró y prueba de resistencia a los pinchazos como se determina en las siguientes normas:

- Norma ASTM D-149: consiste en la rigidez dieléctrica de un material aislante eléctrico (pértigas) para determinar la capacidad del material en el método de prueba de fábrica aplicando un voltaje de 100KV por pie de largo.
- Norma ASTM F-914: consiste en un método que describe un procedimiento de ensayo no destructivo mediante emisión acústica (EA) para los vehículos montados en dispositivos de aislamiento, proporcionan un medio de evaluación de las emisiones acústicas generada por la rápida liberación de energía procedente de una fuente esto sirve esto sirve para verificar el aislamiento del vehículo.

- Norma ASTM F-496: esta especificación es de chequeo, cubre el cuidado en el servicio, inspección, ensayo, y la tensión de utilización de guantes aislante y las mangas

La secuencia recomendada de inspección y pruebas de guantes y las mangas en una instalación de pruebas eléctricas, el secado, la inspección final, el registro, la pulverización y el embalaje para su almacenamiento o envío.

Dependiendo del voltaje se utilizan los equipos aislantes para la protección de los trabajadores de contacto accidental directo con conductores eléctricos, aparatos o circuitos, tal como se muestra en la tabla N° 1.5.

Tabla 1.5: Clasificación de colores para equipo de protección personal

Clasificación de colores para el equipo de protección personal			
Clase	Voltaje de prueba (Kv)	Voltaje máximo de uso (Kv)	Color
0	5	1	Rojo
I	10	7.5	Blanco
II	20	17	Amarillo
III	30	26.5	Verde o negro
IV	40	36	Naranja

Fuente: Terminology from tools and equipment to be used in live working [11]

### 1.3.5.3. Distancias mínimas para trabajos con línea energizada. [6]

La distancia de cualquier parte del cuerpo del operario a la línea debe ser igual o mayor a los valores indicados en la tabla N° 1.6, estas distancias tiene en cuenta la mayor de tensión de impulso de maniobra a la cual puede estar expuesta una persona en cualquier sistema el cual el medio aislante sea el aire y la mayor tensión indicada en la tabla. La cual se encuentra en el Código Nacional de Electricidad, en la parte 4, sección 44.

Tabla 1.6: Distancia mínimas de seguridad para trabajos en línea viva [6]

Tensión fase - fase	DISTANCIA AL TRABAJADOR	
	Fase - Tierra	Fase - Fase
	(metros)	(metros)
Hasta 50 v	No especifica	No especifica
51 a 300 v	Evitar contacto	Evitar contacto
301 a 750 v	0.31	0.31
751 a 15 Kv	0.65	0.67
15.1 a 36 Kv	0.77	0.86
36.1 a 46 Kv	0.84	0.96
46.1 a 72.5 Kv	1.00	1.2
72.6 a 121 Kv	0.95	1.29
138 a 145 Kv	1.09	1.5
161 a 169 Kv	1.22	1.71
230 a 242 Kv	1.59	2.27
345 a 362 Kv	2.59	3.8
500 a 550 Kv	3.42	5.5

Fuente: Lineamientos OSHA para media tensión[6].

En la figura N° 1.13 representa la distancia de acercamiento fase-fase y fase - tierra, indicados en la tabla N°1.6 asimismo para tomar las medidas de seguridad ante un contacto involuntario a la línea energizada.

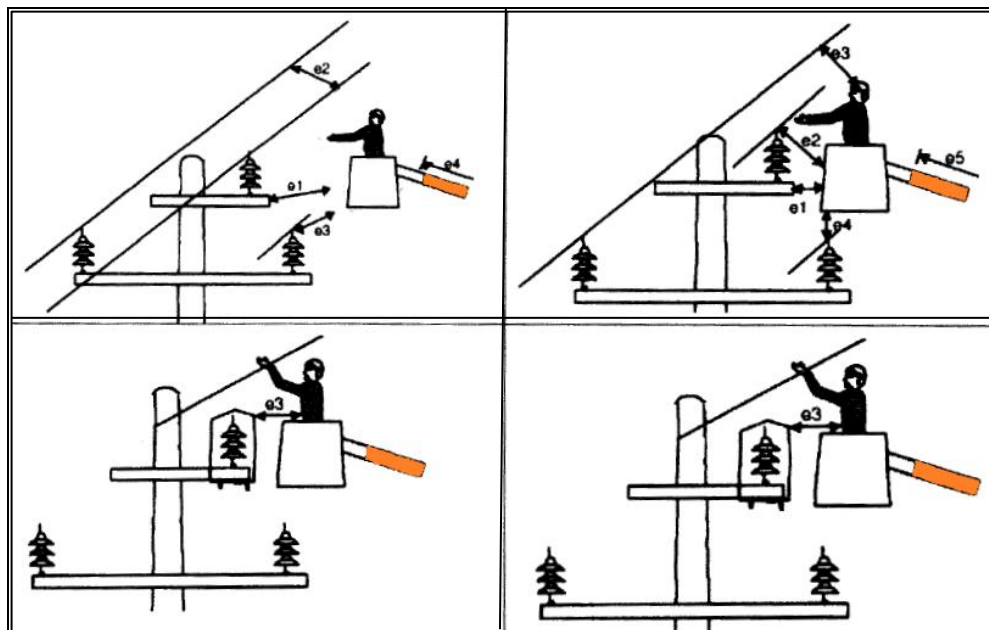


Figura 1.12: Distancias de seguridad a la línea energizadas

Fuente: Curso Trabajos con línea energizadas empresa Ribra engineers (Brasil)[6]

#### 1.3.5.4. Métodos para realizar trabajos con líneas energizadas [10].

Existen 4 métodos para la ejecución para trabajos con línea energizadas: a Contacto, a distancia, A potencial y robótica, para la presente tesis solo se realizará empleando el método a Contacto.

**Método a Contacto:** Es aquel en el que el trabajador realiza su labor con sus manos y brazos correctamente protegidos mediante elementos aislantes guantes y mangas aislantes de caucho, este es el primer nivel de aislamiento, asimismo provisto de equipos aislados (brazo hidráulico, plataformas andamios y escaleras), manteniendo el doble de aislamiento con respecto a distintos potenciales, tal como se muestra en la figura N° 1.13.

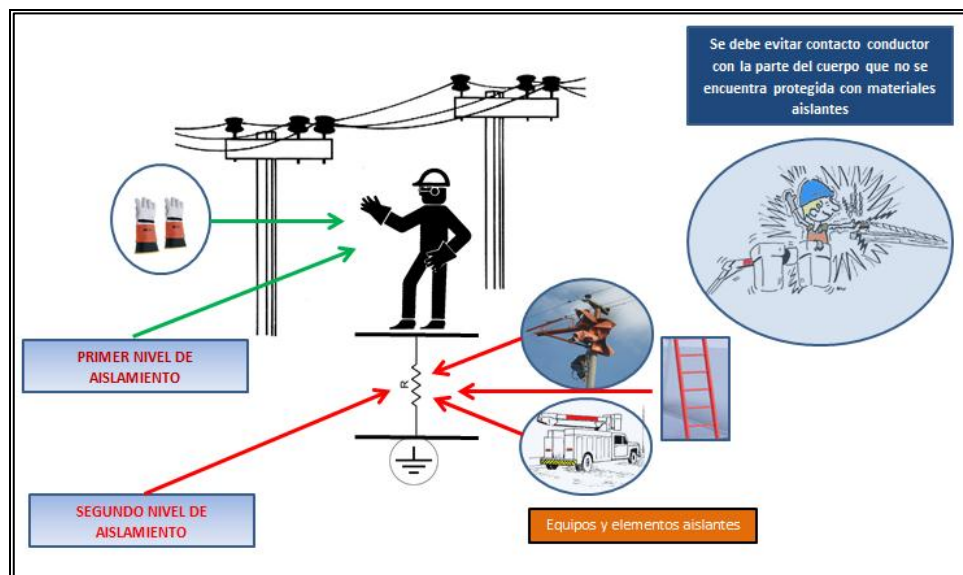


Figura 1.13: Método a contacto

Fuente: Autor

#### 1.3.5.5. Procedimientos generales para trabajos con líneas energizadas [12]

A continuación se presenta el procedimiento general para la intervención de los trabajos con líneas energizadas:

- 1.- Planear
- 2.- Probar Guantes e inspeccionar las mangas y pértigas

- 3.- Observar las condiciones meteorológicas
- 4.- Verificar el funcionamiento del hidroelevador
- 5.- Desactivar el pulsador automático del recloser
- 6.- Posicionar el vehículo correctamente
- 7.- Señalizar la zona de trabajo
- 8.- Planear la ejecución de la tarea en el local
- 9.- Inspeccionar las estructuras adyacentes y conductores
- 10.- Instalar el detector de ausencia de tensión
- 11.- Instalar las cubiertas aislantes
- 12.- Realizar la tarea principal
- 13.- Retirar las cubiertas de protección
- 14.- Retirar el detector de ausencia de tensión
- 15.- Activación de pulsador automático del recloser
- 16.- Evaluar el trabajo del equipo

### 1.3.6. Elementos de protección para líneas energizadas[13]

Elementos de protección personal: llamados también primer nivel de aislamiento son los elementos que son indispensables para realizar la actividad, en la Tabla N° 1.7 se mencionan los elementos de protección y sus características.

Tabla 1.7: Elementos de protección personal [13]

Elemento de protección personal	Características
Casco	Protege la cabeza ante golpes y caídas
Anteojos	Protege a los ojos ante proyecciones de partículas en aire
Arnés	Protección anti caída
Guantes Dieléctricos clase 2,3, y 4	Protege a las manos ante electrocución
Mangas Dieléctricas	Protege a los brazo ante electrocuciones
Guantes de protección mecánica	Protege a los guantes dieléctricos ante trabajos mecánicos
Calzado de seguridad	Protege a los pies ante los golpes
Ropa ignífuga	protege al cuerpo ante agresores mecánicos y térmicos

Fuente: Curso de capacitación "Reciclaje para trabajos en redes energizadas de media tensión.

Elementos de protección complementarias: llamados también segundo nivel de aislamiento son indispensables para realizar la actividad, en la tabla N° 1.8 se mencionan los elementos de protección complementaria y sus características.

Tabla 1.8: Elementos de protección complementaria [13]

Elementos de Protección Complementarias	Características
Hidroelevadores, plataformas y andamios aislados	Equipos y elementos con el nivel de aislamiento adecuado al nivel de tensión del trabajo
Cubiertas aislantes	Pueden ser rígidos o de caucho que protege contra cortocircuitos, según el nivel de tensión.
Pértigas	Son elementos para uso eventual en la colocación de puentes y cubiertas
Elementos de señalización	Compuesto por conos, mallas, palitros para señalización de vehículos en la vía pública, delimita la zona de trabajo en la cual debe estar únicamente la persona autorizada

Fuente: Curso de capacitación "Reciclaje para trabajos en redes energizadas de media tensión.

### 1.3.7. Trabajos de mantenimiento con líneas energizadas

Para el desarrollo de las actividades con líneas energizadas en la concesión de la empresa Hidrandina S.A, se realiza a través del método a contacto en los niveles de tensión 10 Kv hasta 34.5 Kv, cuenta con un sistema integrado de gestión y con procedimientos seguros de trabajo. Para garantizar la seguridad en los trabajos con líneas energizadas se tomaran por lo menos los siguientes aspectos [13]:

- 1.- Identificación fehaciente del circuito a intervenir
  
- 2.- Los equipos y líneas eléctricas se consideran y deberán ser tratados como energizados, aun cuando no lo estén, debiendo existir una señalización que advierta al personal del riesgo existente.
  
- 3.- los trabajadores calificados son los únicos que pueden efectuar labores en los circuitos o equipos energizadas, debiendo ser capacitados periódicamente sobre los procedimientos de seguridad existentes en el manejo de las herramientas, y,



usarse obligatoriamente equipos e implementos de seguridad. En la tabla N° 1.9 se mencionan los diferentes trabajos que se realizan.

Tabla 1.9: Trabajos de mantenimiento con líneas energizadas

<b>TRABAJOS DE MANTENIMIENTO CON LINEAS ENERGIZADAS</b>	
<b>En redes:</b>	<b>En estructuras:</b>
Conexión de nuevos suministros	Cambio y/o Instalación de estructuras y retenidas
Desconexión y conexión de redes	Conversión de estructura
Reparación de puntos calientes	Instalación y/o retiro de crucetas o ménsulas
Reparación de bucles	cambio de ferretería
Reparación de líneas o hebras rotas	<b>Instalación y/o Cambio de equipos</b>
cambio de conectores	Cambio de aislador pin
Retemplado de línea	Cambio de aislador de anclaje
revisión y ajuste de conexiones	Cambio de fusibles
<b>Despeje o retiro de elementos extraños</b>	Cambio de seccionadores
Poda de árboles	Instalación y/o retiro de banco de condensadores y recloser
Retiro de elementos extraños de la red	<b>Mediciones</b>
<b>Instalación de cubiertas Por DMS</b>	Medición de secuencia de fases
Instalación de cubiertas aislantes en línea	Instalación de cubiertas aislantes en SED

Fuente: Autor

Los trabajos con líneas energizadas se desarrollan sin realizar el corte del servicio eléctrico. En la figura N° 1.14 se visualiza la ejecución de trabajos de cambio de seccionadores tipo cut out, trabajos realizados respetando las distancias mínimas de seguridad, utilizando equipos de protección personal y complementaria indicado en la tabla N° 1.8, de acuerdo al nivel de tensión, para este caso 10,000 V, a fin de proteger los puntos de riesgo fase- fase y fase- tierra, cumpliendo con los procedimientos de trabajo para esta actividad.



Figura 1.14: Cambio de seccionador cut Out



Figura 1.15: conexionado de Recloser

En la figura N° 1.15 se muestra el conexionado de un seccionamiento tipo cut out con recloser, para este trabajo se utilizaron los equipos IPP y EPP descritos en el punto 2.4.2, siguiendo los procedimientos de trabajo para esta actividad.

En la Figura N° 1.16 se muestra trabajos con plataforma aislada los cuales se realizan cuando no existe acceso para el Hidroelevador, en este caso se está reemplazando un aislador roto porcelana tipo pin y separando distintos metales cobre y aluminio con aisladores de anclaje.



Figura 1.16: Trabajos con plataforma

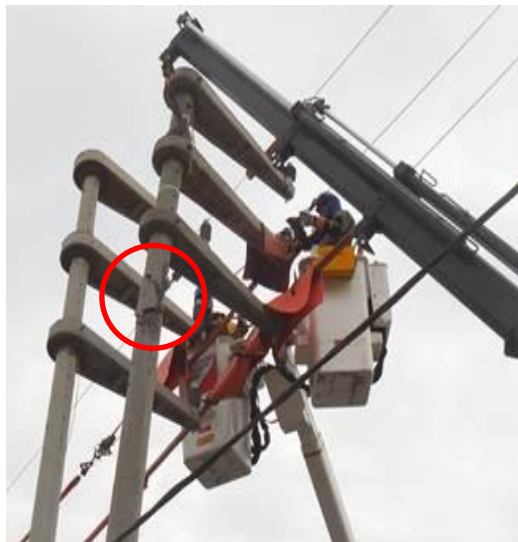


Figura 1.17: Cambio de estructura

En la Figura N° 1.17 se visualiza el cambio de estructura averiada por choque vehicular este trabajo se realiza con apoyo de grúa pesada (no asilada).



Figura 1.18: Cambio de cruceta



Figura 1.19: Reparación de línea

En la Figura N° 1.18, se observa el conjunto de elevación mediante pértigas aisladas con el fin de levantar la línea energizada y cambiar la cruceta averiada.

En la Figura N° 1.19, se observa la instalación de un conector de empalme automático por encontrarse la línea deteriorada, previa instalación del puente provisional (jumper), y monta carga.

### **1.3.8. Mantenimiento predictivo[14]**

Es una actividad que consiste en el seguimiento organizado con medición periódica o continua de variables de estado en un sistema, máquina o equipo y su comparación con patrones preestablecidos, para la determinación del instante en que se debe producir la intervención de mantenimiento, con el fin de corregir las fallas a tiempo y evitar detención de la producción, (<http://docplayer.es/>).

Dentro del mantenimiento predictivo para el control de activos en infraestructura eléctrica se trata de evaluar parámetros de corriente y tensión a través de la siguiente metodología como: Termografía y Efecto Corona.

#### **1.3.8.1. Termografía infrarroja [14]**

Una termografía infrarroja es la técnica de producir una imagen visible de luz infrarroja invisible (para nuestros ojos) emitida por objetos de acuerdo a su condición térmica. Una cámara termo gráfica produce una imagen en vivo (visualizada como fotografía de la temperatura de la radiación).

Las cámaras miden la temperatura de cualquier objeto o superficie de la imagen y producen una imagen con colores que interpretan el diseño térmico con facilidad. Una imagen producida por una cámara infrarroja es llamada: termografía o termograma.

Las imágenes térmicas no son más que la captación de la radiación electromagnética emitida por los cuerpos y traducidas a valores de temperatura, mediante la expresión de Stefan - Boltzman:

$$W_{cr} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_s \cdot T^4 \quad (1.9)$$

Dónde:

- $W_{cr}$  =Energía radiactiva del objeto
- $\varepsilon$  = Emisividad del objeto que depende de las características de material
- $\sigma$  = La constante de Boltzman
- $A_s$  = Área superficial
- $T$  =Temperatura

Los infrarrojos están a medio camino entre el espectro visible y las microondas del espectro electromagnético. La fuente principal de radiación de infrarrojos es el calor o la radiación térmica. Cualquier objeto con una temperatura superior al cero absoluto (-273,15 °C o 0 Kelvin) emite radiación en la región infrarroja. Hasta los

objetos más fríos que podamos imaginar, como los cubitos de hielo, emiten rayos infrarrojos en la figura N° 1.20 se muestra el espectro electromagnético. [15].

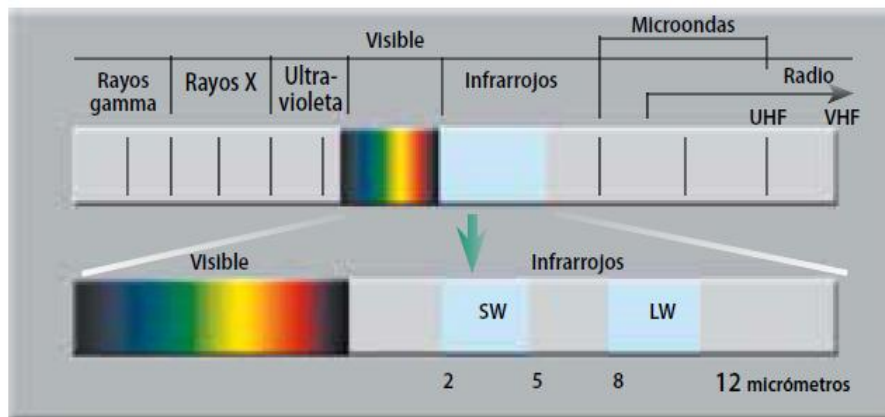


Figura 1.20: Espectro electromagnético

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_electromagn%C3%A9tico](https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico)[26]

Los criterios para la evaluación de imágenes térmicas de acuerdo a su gravedad En la tabla N° 1.10, se aprecia los valores de temperatura en la cual se debe tomar en cuenta para la programación de los correctivos.

Tabla 1.10: Criterio de clasificación de fallo

Temperatura	Acción Tomar	Color
>80° Delta de T > 30°	Anomalía muy grave que requiere atención inmediata	Rojo
>30° Delta de T >5°	Anomalía seria que requiere atención tan pronto como sea posible	Amarillo
Delta hasta 5°	Anomalía que requiere monitoreo para repararse	Verde

Fuente: Rangos de temperature International Electric Testing Association Inc. - NETA MTS-1989.[14]

### 1.3.8.2. Efecto corona[16]

El efecto corona es una descarga eléctrica parcial luminosa que ocurre por la ionización del aire. Cuando el campo eléctrico local excede el valor crítico de  $E_{critico} = 24-30 \text{ kV/cm}$ , el aire comienza a ionizarse.

Capta imágenes, el cual detecta descargas parciales por efecto corona (emisiones UV) y esto permite la detección temprana de daños en los diferentes elementos que la conforman, que va asociado a costos elevados bien sea por fallas no esperadas o por sustitución de equipamiento innecesariamente y que adicionalmente afectan procesos productivos.

El efecto corona se producirá cuando la tensión de la línea supere la tensión crítica disruptiva del aire, es decir, aquel nivel de tensión por encima del cual el aire se ioniza. Una de las fórmulas más usadas es la propuesta por el ingeniero americano F.W. Peek:

$$V_c = 21.2 \cdot \delta \cdot r \cdot \ln \frac{DMG}{r} \cdot n \cdot k_t \cdot k_m \cdot k_g \quad (1.10)$$





Dónde:

- $V_c$  es el valor de tensión crítica disruptiva en kV.
- $\delta$  es el factor de densidad del aire.
- $r$  es el radio del conductor en centímetros.
- $DMG$  es la distancia media geométrica entre fases.
- $n$  es el número de conductores por fase.
- $k_r$  es el coeficiente de rugosidad del
- $k_m$  es el coeficiente medioambiental
- $k_g$  es el factor de cableado.

Criterios para la evaluación de imágenes según descargas parciales

En la tabla N° 1.11. Se muestra los valores que arroja la cámara de efecto corona (número de fotones), la cual se debe tomar en cuenta para la programación de actividades.

Tabla 1.11: Metodología de monitoreo de descargas parciales

N° De Puntos de descargas parciales	Criticidad	Relevancia	Imagen referencial
$NDP \leq 20000$	1	Normal	
$20000 < NDP \leq 100000$	2	Leve	
$100000 < NDP \leq 500000$	3	Crítica	
$NDP > 500000$	4	Muy crítica	

Fuente: <http://www.daycor.com/>[27]

En la tabla N°12, se muestra las diferencias de las dos técnicas de mantenimiento predictivo termografía y efecto corona ultra violeta e infrarrojos.



Tabla 1.12: Diferencias entre Uv – Ir

UV	IR
Deteción de efecto corona y arco – emisión UV	Detección de zona caliente(no efecto corona) - sensible al calor
Depende de la tensión	Depende de la corriente
A cualquier condición de luz o clima( la humedad es una ventaja)	Ineficaz a plena Luz solar y ambiente caliente
La detección ocurre en la etapa primaria de la degradación	La Detección (Normalmente) ocurre en la etapa avanzada de la degradación

Fuente: Termografía infrarroja y efector corona [14]

#### 1.4. Formulación del problema

¿En cuánto se pueden mejorar los valores de calidad de suministro eléctrico SAIDI y SAIFI en los alimentadores de Trujillo, implementando trabajos de mantenimiento sin afectar la continuidad de servicio eléctrico a los clientes?

#### 1.5. Justificación

Las subestaciones y redes de distribución para ser específicos los Alimentadores de media tensión, presentan alto costo económico, la continuidad del servicio eléctrico depende de la Unidad de mantenimiento de distribución con trabajos con líneas energizadas, por esta razón es importante dar mayor énfasis a estos métodos de trabajo, con el fin de reducir los costos de operación y mantenimiento, mejorar la disponibilidad de los elementos antes mencionados, minimizando las interrupciones inesperadas.

##### ▪ Relevancia económica:

Porque al mejorar los indicadores de calidad de suministro significara un ahorro económico para la empresa ya que no se realizará pagos por concepto de multas y compensaciones.

▪ **Relevancia tecnológica:**

Es está utilizando tecnología moderna tales como termografía, efecto corona y trabajos con línea energizadas.

▪ **Relevancia socio-ambiental:**

Este tipo de mantenimiento con líneas energizadas reducirá las averías y conllevara a la disminución de residuos sólidos que contaminan el medio ambiente.

### **1.6. Hipótesis**

Con los trabajos de mantenimiento en media tensión con línea energizada se mejorará los indicadores de calidad de suministro SAIFI SAIDI.

### **1.7. Objetivos**

#### **1.7.1. General**

Optimizar los indicadores de calidad de suministro, realizando trabajos de mantenimiento en media tensión con método de líneas energizadas ciudad de Trujillo.

#### **1.7.2. Específico**

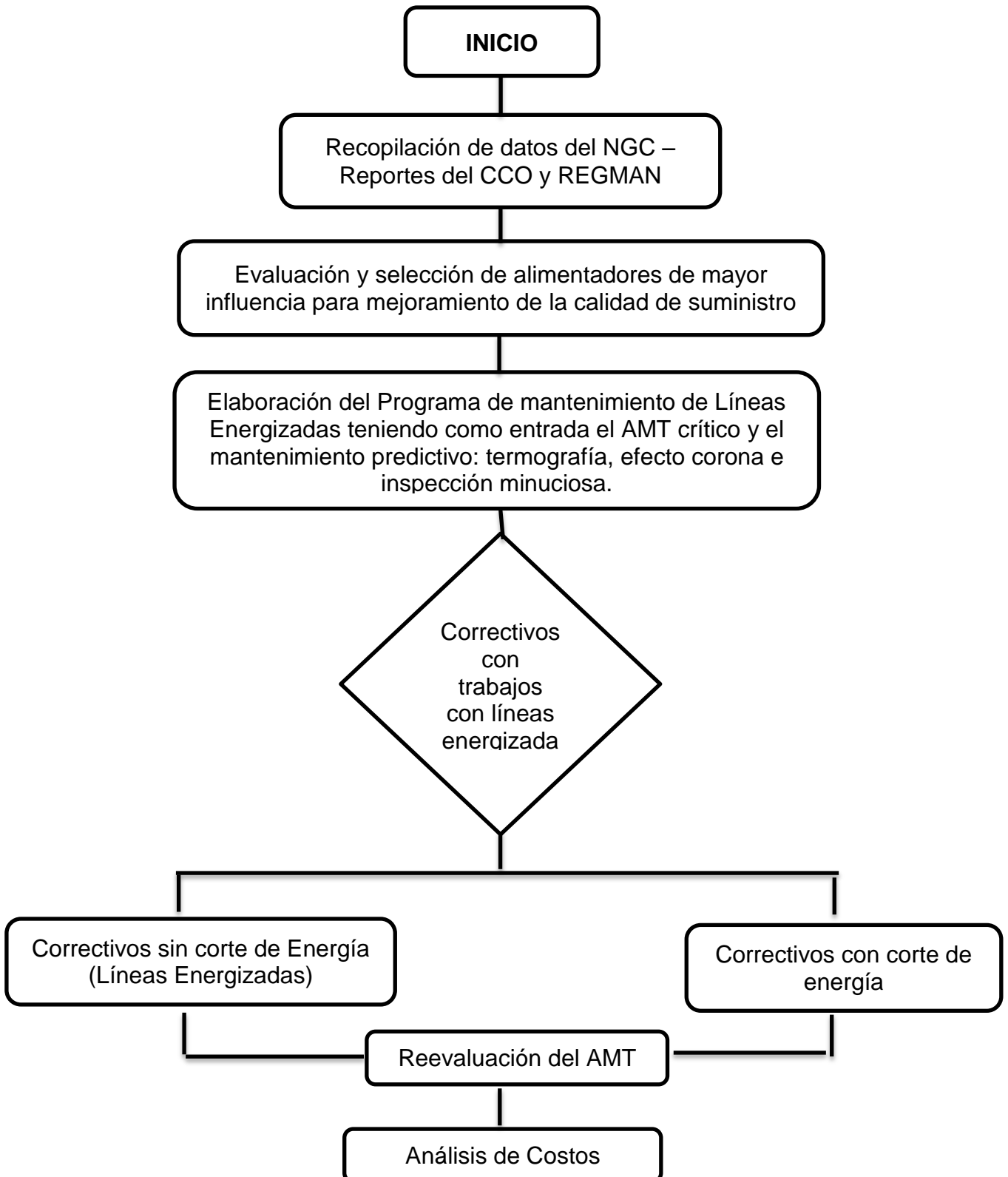
- a) Recopilar de datos del NGC - Reportes del CCO y REGMAN
- b) Calcular el SAIFI, SAIDI, ENS y Compensación.
- c) Determinar los alimentadores de la ciudad de Trujillo con mayor influencia en los indicadores de calidad de Suministro.
- d) Elaborar el programa de mantenimiento de líneas energizadas teniendo como entrada el AMT crítico y el mantenimiento predictivo: termografía, efecto corona e inspección minuciosa.
- e) Calcular el SAIFI, SAIDI, ENS y Compensación luego de aplicar los trabajos de mantenimiento con líneas energizadas.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

Aplicada, pre experimental.

#### ANEXOS



## **2.2. Variables, Operacionalización.**

### **2.2.1. Variable independiente**

Mantenimiento con líneas energizadas

### **2.2.2. Variable dependiente**

Índice de duración media de la interrupción del sistema **(SAIDI)**

Índice de Frecuencia de Interrupción Media del Sistema. **(SAIFI)**

Energía no Suministrada **(ENS)**

Compensación

### 2.2.3. Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Mantenimiento con Líneas Energizadas	Termografía: permite captar la radiación infrarroja del espectro electromagnético, utilizando cámaras termográficas o de termovisión.	Evaluación de la temperatura a distancia en los elementos eléctricos de los alimentadores de media tensión para su correctivo inmediato o programado	°C	5 a 200
	Efecto corona: es un fenómeno eléctrico que se produce por la ionización del fluido que rodea a un conductor cargado.	Evaluación del número de descargas parciales a distancia a los conductores, aisladores para su correctivo inmediato o programado	N° Fotones	2000 a 500000
	Inspección minuciosa: oficio de quien realiza un control	Visualización de elementos del alimentador de media tensión crítico, con el fin realizar controles y correctivo si fuera el caso	Inspecciones/días	>1
Calidad de Suministro eléctrico	SAIDI: Duración media de interrupción por usuario	Duración promedio de las interrupciones en el periodo de un año de los clientes que pertenecen a un alimentador de media tensión.	Horas/ año	0 a 8760
	SAIFI: Frecuencia media de interrupción por usuario	Frecuencia media de las interrupciones en el periodo de un año que pertenecen a un alimentador de media tensión.	N° de interrupciones/ año	0 a 175200
	ENS: Es la energía dejada de entregar debido a interrupciones del servicio eléctrico	Energía dejada de vender por las interrupciones en los alimentadores de media tensión.	kWh	>1
	Compensaciones: Se deben compensar a los Clientes en los que se haya comprobado que la calidad del servicio no satisface los estándares	Compensación a los clientes de todo el alimentador de media tensión	Dólares/se mestre	>0.1

## **2.3. Población, muestra**

### **2.3.1. Población**

Los 53 alimentadores en media tensión de la unidad de negocio Trujillo.

### **2.3.2. Muestra**

Alimentador crítico VIR002.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

Se recolectó información histórica de las interrupciones ocurridas en el sistema eléctrico de distribución de media tensión durante el primer y segundo semestre del 2016, los cuales son registrados por el Centro de Control de Operaciones en el sistema NGC-NTCSE de la Empresa Hidrandina.

Se desarrolló inspecciones en campo con cámara Termográfica y Efecto Corona realizándose registros de imágenes IR y UV que sirvieron para la evaluación, así como la recolección de datos la cual se obtuvo mediante la inspección visual directa en campo para el llenado de información en fichas y registros fotográficos de los activos de la empresa.

### **2.4.1. Equipamiento e instrumentación utilizados Predictivo**

- Cámara termográfica de imagen IR Marca GUIDE Modelo TP8S, de serie No. 09065



Figura 2.1: Cámara Termográfica)

- Cámara de Efecto corona Marca OFIL Modelo Daycor Super B.



Figura 2.2: Cámara de Efecto Corona

- Cámara fotográfica marca NIKON 12X de serie N°30017282



Figura 2.3: Cámara fotográfica

## 2.4.2. Equipamiento e instrumentación utilizados líneas energizadas

El equipamiento consta de protección personal y complementaria.

Personal: casco, barbiquejo, guantes dieléctricos y algodón, lentes, mangas, zapatos y arnés dieléctrico completo.

Colectiva: Cobertores (línea, poste, seccionadores, etc.), mantas y alfombras dieléctricas, by pass o Jumper y pértigas.

Instrumentación: Medidor de corriente de fuga, equipo probador de aislamiento, probador de pértigas, kilo voltímetro, amperímetro y equipo de interrupción y captador de carga.

Las siguientes imágenes se visualizan los equipos y herramientas mencionados líneas arriba.



Figura 2.4: Herramientas



Figura 2.5: Equipamiento para la ejecución de los trabajos



## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Para determinar los alimentadores críticos se utilizó el criterio de costos de ineficiencia que generan las interrupciones a las empresas eléctricas. Asimismo luego de obtener el alimentador crítico, se programaron las actividades predictivas termografía, efecto corona e inspección minuciosa, de otro lado los puntos observados durante la inspección minuciosa por parte de la cuadrilla de líneas energizadas se realizaron en el mismo instante según su criticidad.

## **2.6. Aspectos éticos**

El presente proyecto tiene como aspecto ético el respeto a la propiedad intelectual de los autores, así como los datos obtenidos y calculados.

### **III. Resultados**

#### **3.1. Recopilación de datos del Optimus NGC-NTCSE, reportes del CCO y Regman.**

Para el cálculo de los indicadores de calidad de suministro se utilizó la data histórica que cuenta la empresa Hidrandina mediante su módulo denominado NGC-NTCSE.

En el presente trabajo se utilizó el registro del primer y segundo semestre del año 2016; de la Unidad de Negocios Trujillo la cual se subdivide en los sistemas eléctricos SE0122 - Trujillo y SE1122 - Virú, que en conjunto consta de 53 alimentadores de media tensión, los cuales se detallan en el anexo N° 2.

#### **3.2. Calculo SAIFI, SAIDI, ENS y compensaciones**

- El cálculo de los indicadores de calidad de suministro SAIFI Y SAIDI se obtuvo mediante el software NGC – NTCSE lo cual aplica las ecuaciones N° 1.4 y 1.5.

En la tabla N° 3.1 se presenta los indicadores SAIFI y SAIDI de los alimentadores de media tensión en el año 2016, disgregador por nivel de tensión mediante el cual se asigna la responsabilidad de las interrupciones a Distribución (Desempeño Esperado), Transmisión y Generación.

La disgregación mostrada nos permitirá determinar qué áreas deben intervenir para la reducción de los indicadores. En un AMT crítico donde se aprecia que el mayor porcentaje se presenta en transmisión hacer programas para distribución no contribuyen a una disminución del indicador.

Tabla 3.1: Disgregación por responsabilidades de los Indicadores SAIFI y SAIDI por Alimentador en el año 2016

Ítem	AMT	Indicador SAIFI			Indicador SAIDI			Total		Indicador SAIFI %			Indicador SAIDI %		
		Generación	Distribución	Transmisión	Generación	Distribución	Transmisión	SAIFI	SAIDI	Generación %	Distribución %	Transmisión %	Generación %	Distribución %	Transmisión %
1	HDS101	0.00	10.21	14.18	0.00	10.12	32.95	24.39	43.07	0.00%	41.9%	58.14%	0.00%	23.49%	76.51%
2	HDS102	0.00	7.86	14.39	0.00	20.23	35.46	22.25	55.69	0.00%	35.33%	64.67%	0.00%	36.32%	63.68%
3	HDS103	0.00	2.00	14.33	0.00	6.91	35.68	16.33	42.59	0.00%	12.24%	87.76%	0.00%	16.22%	83.78%
4	SAL001	0.00	9.26	19.95	0.00	17.85	56.59	29.21	74.45	0.00%	31.70%	68.30%	0.00%	23.98%	76.02%
5	SAL002	0.00	4.00	21.00	0.00	15.38	59.90	25.00	75.27	0.00%	16.00%	84.00%	0.00%	20.43%	79.57%
6	SAL003	0.00	5.00	21.00	0.00	19.60	59.90	26.00	79.51	0.00%	19.23%	80.77%	0.00%	24.66%	75.34%
7	TNO001	0.00	1.09	0.00	0.00	1.69	0.00	1.09	1.69	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
8	TNO002	0.00	3.22	0.00	0.00	6.24	0.00	3.22	6.24	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
9	TNO003	0.00	2.23	0.00	0.00	1.92	0.00	2.23	1.92	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
10	TNO004	0.00	9.94	0.00	0.00	21.40	0.00	9.94	21.40	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
11	TNO005	0.00	3.26	0.00	0.00	9.32	0.00	3.26	9.32	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
12	TNO006	0.00	2.80	0.00	0.00	3.47	0.00	2.80	3.47	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
13	TNO007	0.00	3.11	0.00	0.00	8.72	0.00	3.11	8.72	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
14	TNO008	0.00	5.18	0.00	0.00	9.32	0.00	5.18	9.32	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
15	TNO009	0.00	3.10	0.00	0.00	3.76	0.00	3.10	3.76	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
16	TOE101	0.00	4.33	1.95	0.00	11.40	11.37	6.29	22.77	0.00%	68.94%	31.06%	0.00%	50.06%	49.94%
17	TOE102	0.00	4.29	1.96	0.00	6.47	11.33	6.25	17.80	0.00%	68.61%	31.39%	0.00%	36.36%	63.64%
18	TOE103	0.00	4.94	1.98	0.00	5.78	11.47	6.91	17.25	0.00%	71.43%	28.57%	0.00%	33.49%	66.51%
19	TOE104	0.00	4.39	1.94	0.00	3.91	11.38	6.33	15.29	0.00%	69.31%	30.69%	0.00%	25.55%	74.45%
20	TOE105	0.00	1.07	1.95	0.00	3.50	11.37	3.02	14.87	0.00%	35.40%	64.60%	0.00%	23.54%	76.46%
21	TOE201	0.00	2.08	2.88	0.00	1.05	12.09	4.96	13.14	0.00%	41.98%	58.02%	0.00%	7.96%	92.04%
22	TOE202	0.00	3.38	2.00	0.00	26.33	11.73	5.38	38.06	0.00%	62.83%	37.17%	0.00%	69.18%	30.82%
23	TPO001	0.00	7.32	4.80	0.00	7.33	16.25	12.12	23.58	0.00%	60.43%	39.57%	0.00%	31.09%	68.91%
24	TPO002	0.00	4.25	4.87	0.00	3.86	16.44	9.12	20.30	0.00%	46.60%	53.40%	0.00%	19.01%	80.99%
25	TPO003	0.00	6.75	5.77	0.00	9.67	20.73	12.52	30.40	0.00%	53.93%	46.07%	0.00%	31.80%	68.20%
26	TPO005	0.00	10.59	5.80	0.00	15.44	21.00	16.39	36.43	0.00%	64.61%	35.39%	0.00%	42.37%	57.63%
27	TPO007	0.00	3.51	4.81	0.00	7.59	20.14	8.32	27.73	0.00%	42.21%	57.79%	0.00%	27.37%	72.63%
28	TPO008	0.00	1.90	4.80	0.00	5.86	16.16	6.69	22.02	0.00%	28.33%	71.67%	0.00%	26.60%	73.40%
29	TPO201	0.00	15.30	5.66	0.00	48.62	20.36	20.96	68.98	0.00%	73.00%	27.00%	0.00%	70.49%	29.51%
30	TS1001	0.00	0.01	0.05	0.00	0.05	0.16	0.07	0.21	0.00%	18.44%	81.56%	0.00%	22.79%	77.21%
31	TSU001	0.00	2.31	6.03	0.00	3.07	27.80	8.34	30.87	0.00%	27.74%	72.26%	0.00%	9.95%	90.05%
32	TSU002	0.00	5.42	6.63	0.00	12.11	30.19	12.05	42.30	0.00%	44.95%	55.05%	0.00%	28.63%	71.37%
33	TSU003	0.00	2.75	6.69	0.00	6.69	30.26	9.45	36.95	0.00%	29.15%	70.85%	0.00%	18.10%	81.90%
34	TSU004	0.00	2.22	8.68	0.00	5.21	31.11	10.90	36.32	0.00%	20.40%	79.60%	0.00%	14.33%	85.67%
35	TSU005	0.00	3.46	7.60	0.00	6.01	30.43	11.06	36.44	0.00%	31.29%	68.71%	0.00%	16.49%	83.51%
36	TSU006	0.00	5.72	7.60	0.00	13.48	29.97	13.32	43.45	0.00%	42.95%	57.05%	0.00%	31.02%	68.98%

Ítem	AMT	Indicador SAIFI			Indicador SAIDI			Total		Indicador SAIFI %			Indicador SAIDI %		
		Generación	Distribución	Transmisión	Generación	Distribución	Transmisión	SAIFI	SAIDI	Generación %	Distribución %	Transmisión %	Generación %	Distribución %	Transmisión %
37	TSU007	0.00	0.50	6.64	0.00	1.26	30.40	7.14	31.66	0.00%	6.94%	93.06%	0.00%	3.98%	96.02%
38	TSU008	0.00	2.23	9.10	0.00	4.76	31.88	11.33	36.64	0.00%	19.69%	80.31%	0.00%	13.00%	87.00%
39	TSU009	0.00	4.71	6.73	0.00	6.11	30.50	11.44	36.61	0.00%	41.18%	58.82%	0.00%	16.69%	83.31%
40	TSU010	0.00	4.98	8.57	0.00	7.54	31.31	13.55	38.85	0.00%	36.73%	63.27%	0.00%	19.41%	80.59%
41	TSU012	0.00	10.78	6.61	0.00	27.03	26.25	17.39	53.28	0.00%	62.00%	38.00%	0.00%	50.73%	49.27%
42	TSU013	0.00	16.07	8.57	0.00	17.81	30.83	24.64	48.64	0.00%	65.21%	34.79%	0.00%	36.62%	63.38%
43	TSU014	0.00	2.91	5.21	0.00	3.86	24.70	8.12	28.56	0.00%	35.81%	64.19%	0.00%	13.53%	86.47%
44	TSU015	0.00	1.73	8.54	0.00	2.39	33.45	10.27	35.84	0.00%	16.82%	83.18%	0.00%	6.67%	93.33%
45	TSU016	1.87	2.13	6.98	0.46	2.76	24.22	10.97	27.44	17.03%	19.38%	63.59%	1.68%	10.06%	88.26%
46	TSU017	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	31.89	8.00	31.89	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%
47	TSU018	0.00	1.00	6.50	0.00	3.57	26.15	7.50	29.72	0.00%	13.33%	86.67%	0.00%	12.01%	87.99%
48	VIR001	0.00	5.47	14.53	0.00	19.43	44.22	20.00	63.65	0.00%	27.36%	72.64%	0.00%	30.53%	69.47%
49	VIR002	0.00	28.09	20.65	0.00	58.17	61.99	48.74	120.17	0.00%	57.63%	42.37%	0.00%	48.41%	51.59%
50	VIR003	0.00	8.03	11.55	0.00	24.82	37.79	19.58	62.61	0.00%	40.99%	59.01%	0.00%	39.64%	60.36%
51	VIR004	0.00	7.01	14.57	0.00	7.79	44.28	21.58	52.07	0.00%	32.49%	67.51%	0.00%	14.96%	85.04%
52	VIR005	0.00	8.97	14.71	0.00	17.79	44.82	23.68	62.61	0.00%	37.87%	62.13%	0.00%	28.41%	71.59%
53	VIR006	0.00	8.43	12.16	0.00	15.02	36.76	20.58	51.78	0.00%	40.94%	59.06%	0.00%	29.01%	70.99%

- Las compensaciones se calculan por usuario por incumplimiento de la calidad de suministro. El cálculo de las compensaciones por incumplimiento de calidad de suministro se obtuvo mediante el software NGC – NTCSE lo cual aplica las ecuaciones N° 1.6 , 1.7 y 1.8.

En la tabla N°3.2 se representa las compensaciones registradas en el año 2016 a los usuarios por alimentador de media tensión.

Tabla 3.2: Compensación por alimentador de Media tensión (Dólares)

ITEM	AMT	Nº Clientes	CNTCSE 2016	ITEM	AMT	Nº Clientes	CNTCSE 2016	ITEM	AMT	Nº Clientes	CNTCSE 2016
1	HDS101	4232	9,111.35	19	TOE104	6205	578.40	37	TSU007	2900	954.42
2	HDS102	3396	8,515.70	20	TOE105	2000	0.00	38	TSU008	2796	6,298.72
3	HDS103	3	90.15	21	TOE201	10	5,006.55	39	TSU009	5662	1,040.56
4	SAL001	2493	10,692.35	22	TOE202	6	190.71	40	TSU010	4278	3,292.30
5	SAL002	6	4,333.06	23	TPO001	11138	1,872.10	41	TSU012	1563	4,936.72
6	SAL003	1	989.86	24	TPO002	6391	626.81	42	TSU013	5324	21,306.06
7	TNO001	530	0.00	25	TPO003	5474	1,109.12	43	TSU014	4206	768.97
8	TNO002	155	0.00	26	TPO005	4267	9,932.08	44	TSU015	3609	947.08
9	TNO003	7358	224.69	27	TPO007	6068	7,051.81	45	TSU016	91	0.00
10	TNO004	10438	27,665.43	28	TPO008	10393	3,133.06	46	TSU017	1	0.00
11	TNO005	4341	2,030.31	29	TPO201	1710	30,713.20	47	TSU018	1	0.00
12	TNO006	7730	246.01	30	TS1001	11	0.00	48	VIR001	1432	1,681.88
13	TNO007	7003	1,847.50	31	TSU001	1968	4,485.76	49	VIR002	791	41,971.67
14	TNO008	6846	514.77	32	TSU002	1659	4,684.64	50	VIR003	2106	7,383.13
15	TNO009	1323	74.90	33	TSU003	3174	8,821.57	51	VIR004	2231	1,905.99
16	TOE101	4471	6,833.71	34	TSU004	1154	347.60	52	VIR005	1922	7,952.24
17	TOE102	5727	2,554.75	35	TSU005	5746	7,374.91	53	VIR006	369	8,589.71
18	TOE103	4066	2,247.71	36	TSU006	1662	5,970.35				

- **Cálculo típico de un Cliente**

A continuación se realizara el cálculo de una situación particular como ejemplo.

Calculo de la compensación por NTCSE para un cliente ejemplo de media tensión; el cual tiene los siguientes datos:

$$ERS = 100,000 \text{ kWh}$$

$$HRS = 4368 \text{ horas}$$

$$N' = 6 \text{ veces}$$

$$N = 7.5 \text{ veces}$$

$$D' = 10 \text{ horas}$$

$$D = 38.25 \text{ horas}$$

$$\sum d_i = 50.25 \text{ horas}$$

$$e = 0.35 \text{ S\$/kWh}$$

(1.3)

La relación de las interrupciones que afectaron al alimentador que pertenecen a este cliente se encuentra en la tabla N°3.3

### Calculo del factor E

$$E = [1 + \left(\frac{N-N'}{N'}\right) + \left(\frac{D-D'}{D'}\right)] \quad (1.7)$$

$$E = [1 + \left(\frac{7.5 - 6}{6}\right) + \left(\frac{38.25 - 10}{10}\right)]$$

$$E = 4.07$$

### Calculo de la ENS

$$ENS = ERS / (NHS - \sum d_i) \times D \quad (1.8)$$

$$ENS = \frac{100,000}{(4368 - 50.25)} \times 38.25$$

$$ENS = 885.88 \text{ kWh.}$$

### Compensación

$$\text{Compensaciones por interrupciones} = e \cdot E \cdot ENS \quad (1.6)$$

$$\text{Compensaciones por interrupciones} = 0.35 \times 4.07 \times 885.88$$

$$\text{Compensaciones por interrupciones} = 1,263.48 \text{ Dolares}$$

El cálculo de compensación para el cliente ejemplo de media tensión de las tablas descritas es de 1,263.48 Dólares.

El cálculo del SAIFI y SAIDI para el alimentador al cual pertenece al cliente ejemplo, se realizará de las interrupciones de la tabla como ejemplo.

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{N} = \frac{(2800 + (2 \times 5000) + 1 + 3500 + 250 + 400 + 3000 + 1500)}{5000}$$

$$SAIFI = 4.29 \text{ veces}$$

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i x U_i}{N}$$

$$= \frac{(5000(2.25 + 5) + 2800 \times 2 + 1 \times 0.25 + 3500 \times 3 + 250 \times 2 + 400 \times 10 + 3000 \times 6 + 1500 \times 8)}{5000}$$

$$SAIDI = 29.12 \text{ horas}$$

Se puede apreciar la diferencia entre los indicadores individuales (N y D) y los indicadores de sistema (SAIDI y SAIFI), lo cual indica que para el siguiente caso se tiene un 75% por encima del promedio con respecto al N y 31 % por encima del promedio con respecto al D. esto muestra que los indicadores SAIDI y SAIFI esconden resultados que se alejan de la media.

Tabla 3.3: Cálculo de los indicadores de calidad de suministro para un cliente de media tensión

CLIENTE DE MEDIA TENSIÓN		
Energía Registrada Semestre	100000	kWh
Horas del semestre	4368	Horas
N´ (Tolerancias)	6	Veces
D´ (Tolerancias)	10	Horas
e (Compensación Unitaria)	0.35	Dólar/kWh

**FACTOR N**

Interrupciones	Ki
Progra por expansión o reforzamiento	0.5
Progra. por mantenimiento	1
Por falla u otras	1

**TOLERANCIAS**

N.T	N´	D´
A.T	3	6
M.T	6	10
B.T	8	13

**FACTOR D**

Interrupciones	Ki
Progra por expansión o reforzamiento	0.5
Progra. por mantenimiento	0.25
Por falla u otras	1

ITEM	Evento	Fecha inicio	Fecha final	clientes afectados	clientes totales	$\sum di$	ESTADO	FACTOR D	FACTOR N	N	D	SAIFI	SAIDI				
1	Falla	08:00	10:00	2800	5000	2.00		1.00	1	1	2.00	0.560	1.120				
2	Mantenimiento	08:00	17:00	5000	5000	9.00		0.25	1	1	2.25	1.000	9.000				
3	expansión reforzamiento	06:00	16:00	5000	5000	10.00		0.50	0.5	0.5	5.00	1.000	10.000				
4	responsabilidad del usuario	09:00	09:15	1	5000	0.25		0.00	0	0	0.25	0.000	0.000				
5	Falla	12:00	15:00	3500	5000	3.00		1.00	1	1	3.00	0.700	2.100				
6	Falla	17:00	19:00	250	5000	2.00		1.00	1	1	2.00	0.050	0.100				
7	Falla	05:00	15:00	400	5000	10.00		1.00	1	1	10.00	0.080	0.800				
8	fuerza mayor	09:00	15:00	3000	5000	6.00	Infundado	1.00	1	1	6.00	0.600	3.600				
9	Falla	08:00	16:00	1500	5000	8.00		1.00	1	1	8.00	0.300	2.400				
										50.25							
												7.5	38.25	4.2902	29.12		

<b>COMPENSACIÓN Dólares/año</b>	1,263.47
---------------------------------	----------



### 3.3. Determinación de los alimentadores críticos de la unidad de negocio Trujillo para el año 2016

EL principal problema para determinar los alimentadores críticos es que se cuenta con indicadores que miden diferente característica de la calidad de suministro por tanto un ordenamiento en función de cada una de las características nos da un ranking diferente. Por ejemplo si ordenamos por el SAIFI (frecuencia) me da un ranking diferente, si ordenamos por el SAIDI (horas) me da un ranking diferente.

El presente trabajo unificar estos conceptos al pasar a una sola escala de medición, cuantificando el SAIDI por medio de la energía no suministrada, el SAIFI por medio del costo promedio de reparación por alimentador y las compensaciones.

*Costo de reparación = SAIFI x Reparación promedio por falla*

*Costo promedio por falla = 500 soles*

- El cálculo de la ENS (Energía no suministrada) este indicador no es mesurable, sino que es estimativo y de mucha utilización del punto de vista de planificación, dicha estimación se realizó aplicando la ecuación N° 1.2.

*Costo ENS = ENS x Lucro Cesante*

$$ENS = \frac{\text{Energía registrada en una año}(kWh)}{(8760 - SAIDI)} * SAIDI$$

*Lucro Cesante = 0.24 soles/kWh*

En la Tabla N°3.4 Presento los cálculos de la ENS del año 2016 esta energía como su nombre lo indica no fue entregada a los usuarios debido a las interrupciones que se han presentado.

Tabla 3.4: Cálculo de la ENS por Alimentador en función al SAIDI (MWh)

IT E M	AMT	Energía (MWh) / año)	SAIDI	ENS (MWH )	IT E M	AMT	Energía (MWh) / año)	SAIDI	ENS (MWH )	IT E M	AMT	Energía (MWh) / año)	SAIDI	ENS (MWH )
1	HDS101	9316.15	43.07	46.03	19	TOE104	19502.92	15.29	34.10	37	TSU007	15062.91	31.66	54.63
2	HDS102	14004.76	55.69	89.60	20	TOE105	26351.29	0.18	0.54	38	TSU008	17868.39	36.64	75.06
3	HDS103	3461.27	42.59	16.91	21	TOE201	27201.19	13.14	40.86	39	TSU009	25305.09	36.61	106.19
4	SAL001	9062.30	74.45	77.68	22	TOE202	695.34	38.06	3.03	40	TSU010	28380.00	38.85	126.43
5	SAL002	2883.42	75.27	24.99	23	TPO001	18101.74	23.58	48.85	41	TSU012	22958.75	53.28	140.51
6	SAL003	2455.63	79.51	22.49	24	TPO002	16777.28	20.30	38.96	42	TSU013	19328.65	48.64	107.92
7	TNO001	2826.04	1.69	0.54	25	TPO003	11721.22	30.40	40.82	43	TSU014	14700.38	28.56	48.09
8	TNO002	18651.74	6.24	13.29	26	TPO005	25840.21	36.43	107.92	44	TSU015	34078.40	35.84	139.99
9	TNO003	15442.81	1.92	3.39	27	TPO007	19557.66	27.73	62.10	45	TSU016	32245.76	26.98	99.63
10	TNO004	30579.96	21.40	74.89	28	TPO008	17540.60	22.02	44.21	46	TSU017	21366.84	31.89	78.06
11	TNO005	14850.64	9.32	15.82	29	TPO201	7658.64	68.98	60.78	47	TSU018	481.38	29.72	1.64
12	TNO006	16927.26	3.47	6.70	30	TS1001	22496.01	0.205 4	0.53	48	VIR001	4116.00	63.65	30.13
13	TNO007	4998.51	8.72	4.98	31	TSU001	13747.10	30.87	48.62	49	VIR002	12863.53	120.1 7	178.91
14	TNO008	19701.01	9.32	20.97	32	TSU002	22055.42	42.30	107.03	50	VIR003	4791.12	62.61	34.49
15	TNO009	34818.79	3.76	14.97	33	TSU003	31781.36	36.95	134.60	51	VIR004	5686.24	52.07	34.00
16	TOE101	34917.45	22.77	90.98	34	TSU004	15183.24	36.32	63.21	52	VIR005	3300.16	62.61	23.76
17	TOE102	23289.78	17.80	47.42	35	TSU005	24612.00	36.44	102.80	53	VIR006	3271.87	51.78	19.45
18	TOE103	33585.07	17.25	66.26	36	TSU006	13520.32	43.45	67.40					

- Los costos de reparación para la reposición del alimentador se obtuvieron multiplicando la Frecuencia media de las interrupciones (SAIFI), por el costo de reparación, estos costos involucran el pago de personal, móvil y material a utilizar, en el caso de Hidrandina el costo promedio por reparación varía entre 100 y 500 soles valores obtenidos del SAP.

En la tabla N° 3.5 se muestra el cálculo del costo de reparación descrito líneas arriba.

Tabla 3.5: Cálculo de costo de reparación por Alimentador en función del SAIFI

ITEM	AMT	SAIFI	Reparación por falla	Costo de reparación n \$/.	ITEM	AMT	SAIFI	Reparación por falla	Costo de reparación n \$/.	ITEM	AMT	SAIFI	Reparación por falla	Costo de reparación n \$/.
1	HDS101	24.39	400	9,756.3	19	TOE104	6.33	400	2,532.0	37	TSU007	7.14	500	3,570.1
2	HDS102	22.25	400	8,900.0	20	TOE105	0.01	400	4.0	38	TSU008	11.33	400	4,530.6
3	HDS103	16.33	100	1,633.3	21	TOE201	4.96	400	1,982.1	39	TSU009	11.44	600	6,865.2
4	SAL001	29.21	400	11,683.0	22	TOE202	5.38	400	2,152.4	40	TSU010	13.55	400	5,419.1
5	SAL002	25.00	100	2,500.0	23	TPO001	12.12	400	4,847.0	41	TSU012	17.39	400	6,955.8
6	SAL003	26.00	100	2,600.0	24	TPO002	9.12	400	3,646.0	42	TSU013	24.64	400	9,857.5
7	TNO001	1.09	400	434.9	25	TPO003	12.52	400	5,006.5	43	TSU014	8.12	400	3,249.1
8	TNO002	3.22	400	1,287.3	26	TPO005	16.39	400	6,557.0	44	TSU015	10.27	400	4,108.0
9	TNO003	2.23	400	893.0	27	TPO007	8.32	400	3,327.8	45	TSU016	9.12	400	3,648.2
10	TNO004	9.94	400	3,977.6	28	TPO008	6.69	400	2,676.4	46	TSU017	8.00	100	800.0
11	TNO005	3.26	400	1,302.8	29	TPO201	20.96	500	10,478.3	47	TSU018	7.50	100	750.0
12	TNO006	2.80	400	1,118.6	30	TS1001	0.0650	500	32.5	48	VIR001	20.00	500	9,999.4
13	TNO007	3.11	400	1,244.4	31	TSU001	8.34	400	3,336.5	49	VIR002	48.74	500	24,372.2
14	TNO008	5.18	400	2,071.3	32	TSU002	12.05	400	4,820.3	50	VIR003	19.58	500	9,789.1
15	TNO009	3.10	400	1,238.0	33	TSU003	9.45	500	4,723.6	51	VIR004	21.58	500	10,789.0
16	TOE101	6.29	400	2,514.5	34	TSU004	10.90	400	4,361.6	52	VIR005	23.68	500	11,838.7
17	TOE102	6.25	400	2,500.0	35	TSU005	11.06	400	4,424.3	53	VIR006	20.58	500	10,292.3
18	TOE103	6.91	400	2,765.8	36	TSU006	13.32	400	5,327.3					

En la tabla N° 3.6 Se muestra los cálculos obtenidos de ENS en función al SAIDI se valorizó multiplicando la ENS por el lucro cesante (precio de venta – precio de compra); por otro lado los costos de reparación se han calculado en función del SAIFI, tomando como referencia el costo promedio por reparación en los alimentadores de media tensión.

Habiendo valorizado el SAIFI y SAIDI y contando con las compensaciones por alimentador del año 2016, se procede a calcular los costos de ineficiencia que producen las interrupciones por alimentador, posteriormente hacemos un ranking ordenando de mayor a menor los alimentadores con mayor costo de ineficiencia.

Tabla 3.6: Ranking de los alimentadores críticos en función a los costos de ineficiencia

AMT	N° Clientes	ENERGIA (MWH) / AÑO	SAIFI	SAIDI	ENS (MWh)	Lucro cesante Dólar/MWh	Costo de reparación	ENS Dólar/MWh	Reparación \$	CNTCSE \$ 2016	TOTAL \$	Participación	Acumulado %
VIR002	791	12,863.53	48.74	120.17	178.91	74	154.32	13,252.84	7,522.28	41,971.67	62,746.79	10.90%	10.90%
TPO201	1710	7,658.64	20.96	68.98	60.78	74	154.32	4,502.47	3,234.06	30,713.20	38,449.73	6.68%	17.58%
TNO004	10438	30,579.96	9.94	21.40	74.89	74	123.46	5,547.11	1,227.67	27,665.43	34,440.20	5.98%	23.56%
TSU013	5324	19,328.65	24.64	48.64	107.92	74	123.46	7,994.40	3,042.43	21,306.06	32,342.89	5.62%	29.17%
TSU003	3174	31,781.36	9.45	36.95	134.60	74	154.32	9,970.73	1,457.91	8,821.57	20,250.21	3.52%	32.69%
SAL001	2493	9,062.30	29.21	74.45	77.68	74	123.46	5,753.93	3,605.87	10,692.35	20,052.15	3.48%	36.17%
TPO005	4267	25,840.21	16.39	36.43	107.92	74	123.46	7,993.87	2,023.76	9,932.08	19,949.70	3.46%	39.64%
HDS102	3396	14,004.76	22.25	55.69	89.60	74	123.46	6,637.15	2,746.91	8,515.70	17,899.76	3.11%	42.75%
TSU012	1563	22,958.75	17.39	53.28	140.51	74	123.46	10,407.80	2,146.86	4,936.72	17,491.38	3.04%	45.79%
TSU005	5746	24,612.00	11.06	36.44	102.80	74	123.46	7,615.11	1,365.53	7,374.91	16,355.55	2.84%	48.63%
HDS101	4232	9,316.15	24.39	43.07	46.03	74	123.46	3,409.90	3,011.21	9,111.35	15,532.46	2.70%	51.32%
TSU010	4278	28,380.00	13.55	38.85	126.43	74	123.46	9,365.00	1,672.58	3,292.30	14,329.87	2.49%	53.81%
TOE101	4471	34,917.45	6.29	22.77	90.98	74	123.46	6,739.28	776.09	6,833.71	14,349.08	2.49%	56.31%
TSU002	1659	22,055.42	12.05	42.30	107.03	74	123.46	7,927.85	1,487.75	4,684.64	14,100.24	2.45%	58.75%
VIR005	1922	3,300.16	23.68	62.61	23.76	74	154.32	1,759.69	3,653.93	7,952.24	13,365.86	2.32%	61.08%
TSU008	2796	17,868.39	11.33	36.64	75.06	74	123.46	5,559.67	1,398.34	6,298.72	13,256.73	2.30%	63.38%
VIR006	369	3,271.87	20.58	51.78	19.45	74	154.32	1,441.02	3,176.63	8,589.71	13,207.36	2.29%	65.67%
VIR003	2106	4,791.12	19.58	62.61	34.49	74	154.32	2,554.87	3,021.33	7,383.13	12,959.33	2.25%	67.92%
TPO007	6068	19,557.66	8.32	27.73	62.10	74	123.46	4,600.33	1,027.11	7,051.81	12,679.25	2.20%	70.13%
TSU015	3609	34,078.40	10.27	35.84	139.99	74	123.46	10,369.88	1,267.91	947.08	12,584.86	2.19%	72.31%
TSU006	1662	13,520.32	13.32	43.45	67.40	74	123.46	4,992.54	1,644.23	5,970.35	12,607.11	2.19%	74.50%
TSU009	5662	25,305.09	11.44	36.61	106.19	74	185.19	7,865.65	2,118.90	1,040.56	11,025.11	1.91%	76.42%
TSU001	1968	13,747.10	8.34	30.87	48.62	74	123.46	3,601.25	1,029.78	4,485.76	9,116.80	1.58%	78.00%
TOE103	4066	33,585.07	6.91	17.25	66.26	74	123.46	4,908.09	853.64	2,247.71	8,009.45	1.39%	79.39%
VIR004	2231	5,686.24	21.58	52.07	34.00	74	154.32	2,518.77	3,329.95	1,905.99	7,754.71	1.35%	80.74%

TOE201	10	27,201.19	4.96	13.14	40.86	74	123.46	3,026.75	611.77	5,006.55	8,645.07	1.50%	82.24%
TPO008	10393	17,540.60	6.69	22.02	44.21	74	123.46	3,274.57	826.04	3,133.06	7,233.67	1.26%	83.49%
TPO001	11138	18,101.74	12.12	23.58	48.85	74	123.46	3,618.69	1,495.99	1,872.10	6,986.78	1.21%	84.71%
VIR001	1432	4,116.00	20.00	63.65	30.13	74	154.32	2,231.60	3,086.24	1,681.88	6,999.72	1.22%	85.92%
TOE102	5727	23,289.78	6.25	17.80	47.42	74	123.46	3,512.73	771.59	2,554.75	6,839.07	1.19%	87.11%
TSU004	1154	15,183.24	10.90	36.32	63.21	74	123.46	4,682.38	1,346.16	347.60	6,376.14	1.11%	88.22%
SAL002	6	2,883.42	25.00	75.27	24.99	74	30.86	1,851.19	771.60	4,333.06	6,955.85	1.21%	89.43%
TSU007	2900	15,062.91	7.14	31.66	54.63	74	154.32	4,046.66	1,101.88	954.42	6,102.97	1.06%	90.49%
TSU016	91	32,245.76	9.12	26.98	99.63	74	123.46	7,379.70	1,125.99	0.00	8,505.69	1.48%	91.96%
TPO003	5474	11,721.22	12.52	30.40	40.82	74	123.46	3,023.45	1,545.23	1,109.12	5,677.80	0.99%	92.95%
TSU014	4206	14,700.38	8.12	28.56	48.09	74	123.46	3,562.34	1,002.82	768.97	5,334.13	0.93%	93.88%
TPO002	6391	16,777.28	9.12	20.30	38.96	74	123.46	2,886.26	1,125.31	626.81	4,638.38	0.81%	94.68%
TSU017	1	21,366.84	8.00	31.89	78.06	74	30.86	5,782.44	246.91	0.00	6,029.35	1.05%	95.73%
TOE104	6205	19,502.92	6.33	15.29	34.10	74	123.46	2,526.20	781.49	578.40	3,886.10	0.67%	96.40%
TNO005	4341	14,850.64	3.26	9.32	15.82	74	123.46	1,172.04	402.09	2,030.31	3,604.44	0.63%	97.03%
SAL003	1	2,455.63	26.00	79.51	22.49	74	30.86	1,666.04	802.47	989.86	3,458.37	0.60%	97.63%
TNO008	6846	19,701.01	5.18	9.32	20.97	74	123.46	1,553.56	639.28	514.77	2,707.60	0.47%	98.10%
TNO007	7003	4,998.51	3.11	8.72	4.98	74	123.46	368.98	384.08	1,847.50	2,600.55	0.45%	98.55%
HDS103	3	3,461.27	16.33	42.59	16.91	74	30.86	1,252.53	504.12	90.15	1,846.79	0.32%	98.87%
TNO009	1323	34,818.79	3.10	3.76	14.97	74	123.46	1,108.80	382.11	74.90	1,565.80	0.27%	99.15%
TNO002	155	18,651.74	3.22	6.24	13.29	74	123.46	984.69	397.32	0.00	1,382.01	0.24%	99.39%
TNO006	7730	16,927.26	2.80	3.47	6.70	74	123.46	496.28	345.24	246.01	1,087.53	0.19%	99.57%
TOE202	6	695.34	5.38	38.06	3.03	74	123.46	224.73	664.31	190.71	1,079.75	0.19%	99.76%
TNO003	7358	15,442.81	2.23	1.92	3.39	74	123.46	251.07	275.60	224.69	751.36	0.13%	99.89%
TSU018	1	481.38	7.50	29.72	1.64	74	30.86	121.39	231.48	0.00	352.87	0.06%	99.95%
TNO001	530	2,826.04	1.09	1.69	0.54	74	123.46	40.33	134.22	0.00	174.55	0.03%	99.98%
TS1001	11	22,496.01	0.0650	0.2054	0.53	74	154.32	39.08	10.03	0.00	49.11	0.01%	99.99%
TOE105	2000	26,351.29	0.01	0.18	0.54	74	123.46	40.11	1.23	0.00	41.34	0.01%	100.00%

Utilizando Pareto definiremos cuales son los AMT más críticos, del resultado obtenido se puede apreciar que el 51.32% de los costos de ineficiencia se presentan en el 20% de los alimentadores de media tensión, como se muestra en la figura N° 3.1.

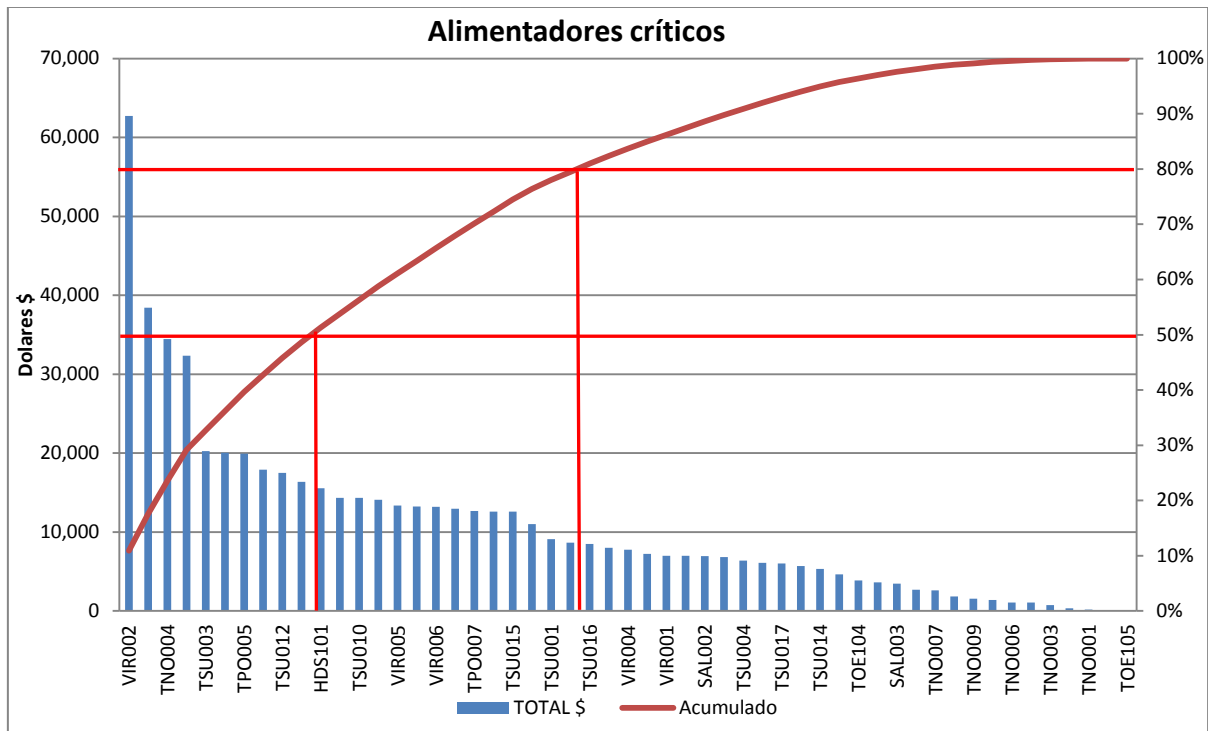


Figura 3.1: Ranking de alimentadores críticos

### 3.4. Alimentadores críticos

En la tabla N° 3.7 Se muestra los alimentadores críticos se obtuvieron en base al criterio de costos de ineficiencia. De los resultados obtenidos en 11 alimentadores de media tensión que representan el 20%, se concentra el 51.32% de los costos de ineficiencia de la unidad de negocios Trujillo debido al deterioro de la calidad de suministro.

Tabla 3.7: Alimentadores críticos en función costo de ineficiencia (dólares/año)

Punto de Medición	N° Clientes	ENS \$	Reparación \$	CNTCSE \$ 2016	TOTAL \$
VIR002 Dámper - Los Pinos	791	13252.84	7522.28	41971.67	62746.79
TPO201 - SANTA CATALINA	1710	4502.47	3234.06	30713.20	38449.73
TNO004 Huanchaco	10438	5547.11	1227.67	27665.43	34440.20
TSU013 El Golf - Vista Alegre	5324	7994.40	3042.43	21306.06	32342.89
TSU003 La Noria - Intendencia	3174	9970.73	1457.91	8821.57	20250.21
SAL001 PUEBLO SALAVERRY	2493	5753.93	3605.87	10692.35	20052.15
TPO005 Rinconada - Granados	4267	7993.87	2023.76	9932.08	19949.70
HDS102 - Alto Moche	3396	6637.15	2746.91	8515.70	17899.76
TSU012 Industrial Sur - Moche	1563	10407.80	2146.86	4936.72	17491.38
TSU005 Buenos Aires	5746	7615.11	1365.53	7374.91	16355.55
HDS101 - Moche 1	4232	3409.90	3011.21	9111.35	15532.46

En nuestro ranking de alimentadores críticos el AMT VIR002 representa el 10.9% de los costos de ineficiencia de la unidad de negocios Trujillo, los cuales se muestran en la tabla N° 3.7 y se representan en la Figura N° 3.2.

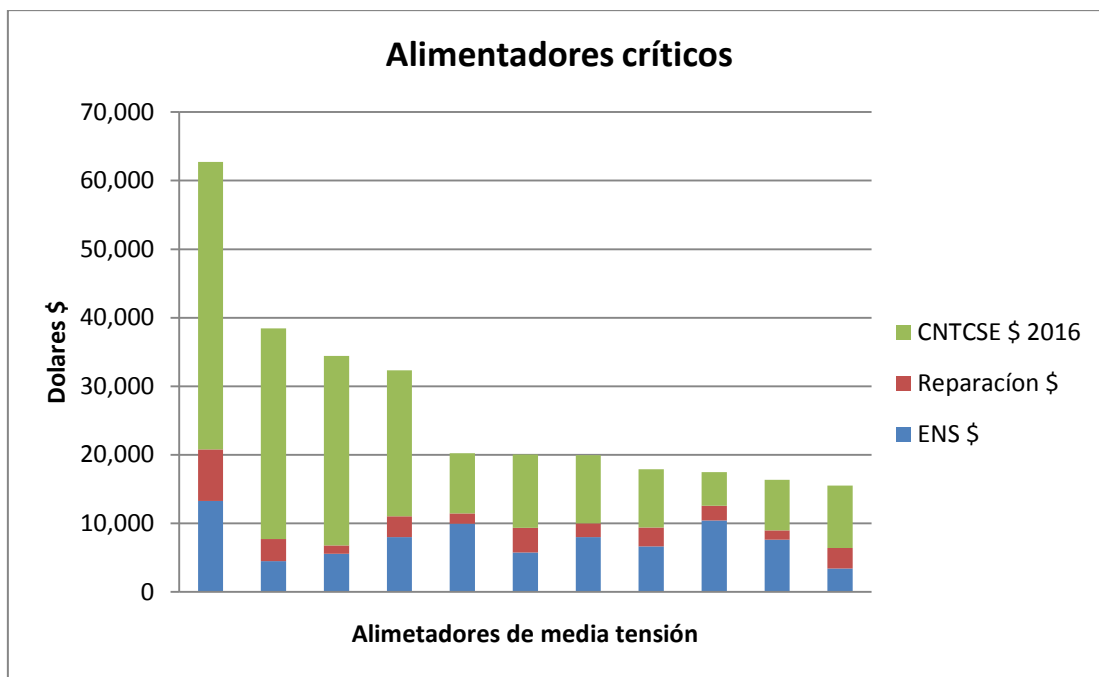


Figura 3.2: Ranking de alimentadores críticos en función al costo de ineficiencia (dólares/año)

En la tabla N° 3.8 se presenta las componentes que conforman el alimentador de media tensión VIR002, el cual aplicaremos el plan de mantenimiento con Líneas Energizada para optimizar los indicadores de calidad de suministro.

Tabla 3.8: Elementos que componen el AMT VIR002

AMT	SED DISTRIBUCIÓN	Km RED	ESTRUCTURAS	SECCIONADORES CUT OUT	RECLOSER
VIR002	64	58.53	524	21	1

Fuente: GIS-Hidrandina



### **3.5. Plan de mantenimiento para trabajos con líneas energizadas**

La elaboración del plan de mantenimiento se realizó en base al resultado de los cálculos de los indicadores de calidad de suministro, para determinar el ranking de los alimentadores críticos, en el presente estudio se muestra en detalle la secuencia realizada para mejorar la calidad de suministro del AMT VIR002, alimentador que obtuvo el primer lugar en este ranking.

Para armar el plan de trabajo de este AMT se realizaron las siguientes acciones:

- Se obtuvo los registros de las interrupciones ocurridas en distribución que afectaron al AMT.
- Se determinó el elemento causante de las fallas de estos registros y se graficó en el diagrama unifilar para poder visualizar en que zona de AMT se han presentado las fallas.
- Se programó las inspecciones con los equipos de medición: termografía, efecto corona e inspección minuciosa a los elementos eléctricos que compone un alimentador de media tensión.
- Seguidamente se realiza inspección minuciosa con la cuadrilla de líneas energizadas reparando los puntos críticos.

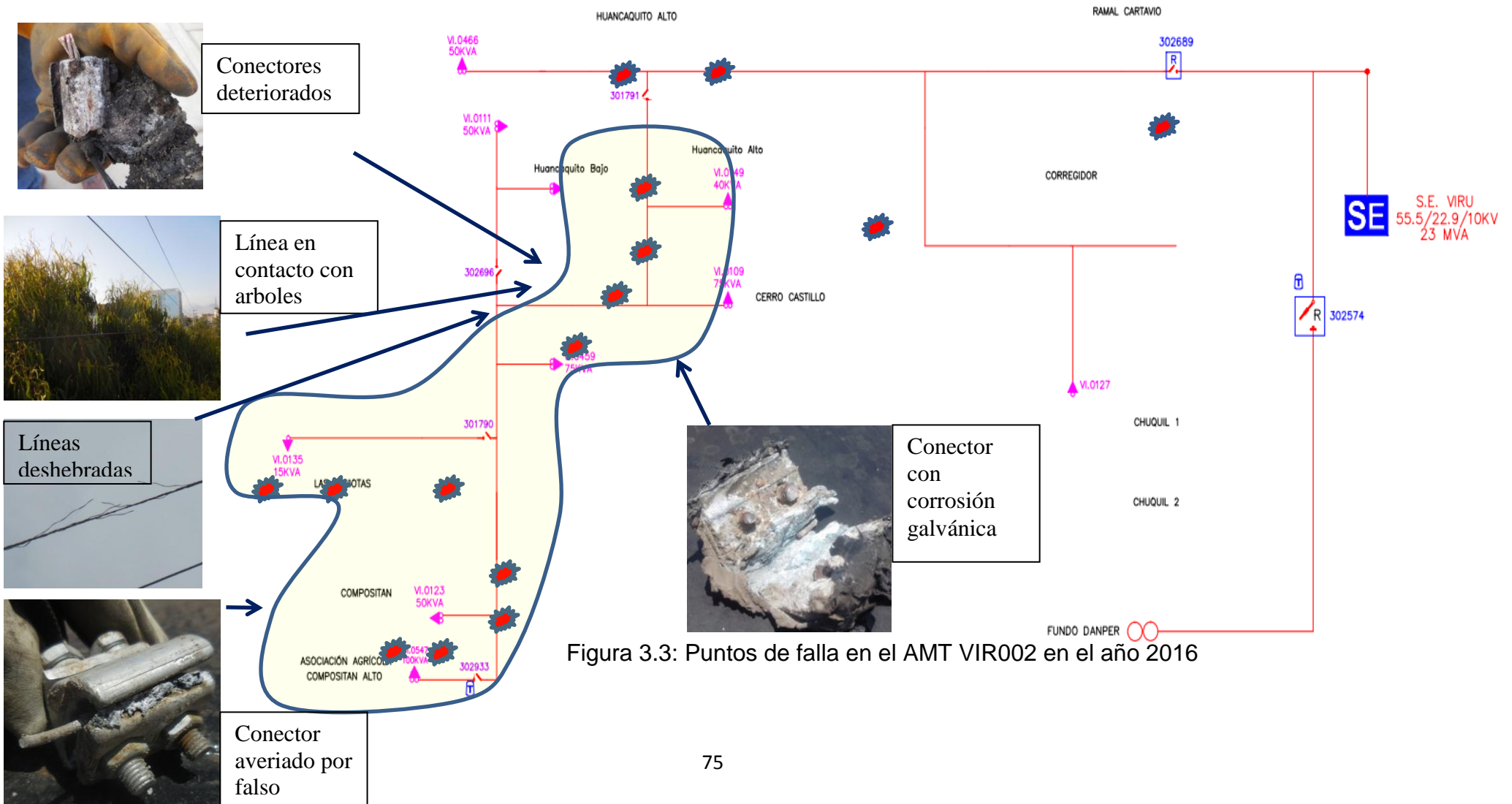
#### **3.5.1. Desarrollo del plan de trabajo**

##### **a) Registro de interrupciones en el AMTVIR002**

Del módulo NGC se obtuvieron los registros de interrupciones las cuales se presenta en el anexo N° 2.

**b) Ubicación de las fallas en diagrama unifilar en el AMT VIR002**

En la figura N° 3.3 se ha representado gráficamente mediante puntos los elementos donde se presentaron las interrupciones, como se puede observar el 75% de eventos se encuentran aguas abajo del seccionador I301792.



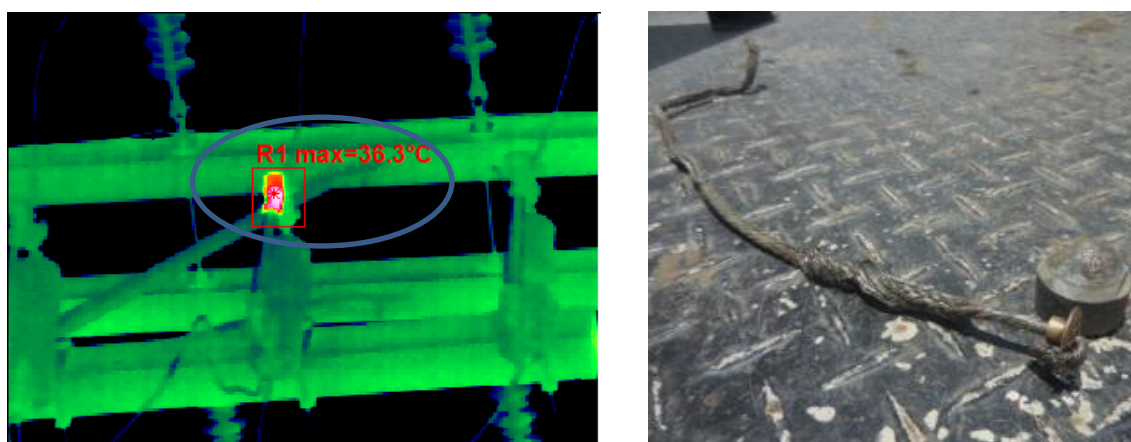
### c) Inspección termográfica y efecto corona

Las inspecciones de termografía y efecto corona lo realizó una cuadrilla de mantenimiento predictivo, estas dos inspecciones las realizan en el mismo momento que recorren la línea.

La presente cuadrilla realizó el mantenimiento predictivo la primera semana de enero del presente año encontrando las observaciones detalladas a continuación:

- **Termografía:** Se detectó puntos calientes en seccionamientos y conectores:

En la Figuras N° 3.4 se observa punto caliente en contacto de porta fusible con una temperatura de 36.3°C, la cual realizó la intervención realizándose el cambio de fusible tipo K que se encontraba recalentado por falso contacto en la parte superior.

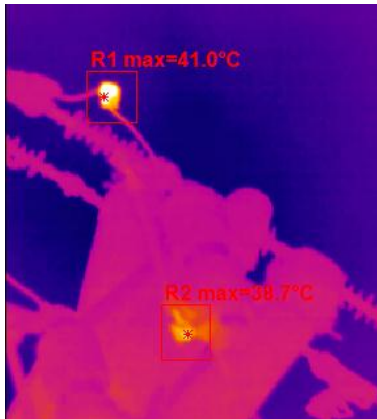


Estructura N° 00171786

Figura 3.4: Punto caliente en porta fusible de seccionador tipo cut out.

En la figura N° 3.5 se observa dos puntos calientes en un conector bimetálico y contacto del porta fusible del seccionador tipo cut out con 41° y 38.7° respectivamente, el conector presentó deterioro en los contactos por

recalentamiento, con respecto al fusible tipo “K” se observó recalentamiento en el contacto superior, estos dos puntos se corrigieron reemplazado el elemento.



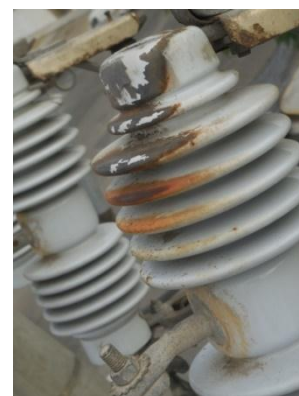
Estructura N° 0097243 Seccionador I301790

Figura 3.5: Punto caliente en seccionador tipo cut out y conector bimetalico

- **Efecto corona**

Las inspecciones de efecto corona las llevaron a con el personal que la cuadrilla de termografía detentando las siguientes observaciones.

En la figura N°3.6 se muestran el número de descargas parciales 14840 fotonos los cuales son detectadas por con la cámara Daycor (efecto corona), las cuales están deteriorando el material de porcelana acortando aislamiento, este elemento se programó su cambio.



Estructura N°0097218 seccionador tipo cut out I302696

Figura 3.6: Efecto corona en cut out y aisladores.

En la figura N°3.7 se muestran el número de descargas parciales 3670 fotones los cuales son detectadas por con la cámara Daycor (efecto corona), cuales es necesario realizar mantenimiento (lavado de estructuras) por presentar alta contaminación por parte de la cuadrilla de Hidrolavado, este mantenimiento se realiza a frecuencia fija (2 veces por año).



E-0097313

Figura 3.7: Aislador tipo pin presenta efecto corona

#### **d) Inspección minuciosa por la cuadrilla de líneas energizadas**

La inspección minuciosa por parte de la cuadrilla de líneas energizadas la cual considero que muy eficaz ya que mediante los equipos aislados (Hidroelevador) podemos acercarnos lo suficiente (tomando las medidas de seguridad), para observar y realizar el retiro de la cinta aislante de los puntos de contacto para ver si existe o se está presentando corrosión galvánica (distintos metales), recalentamiento, líneas deshebradas, aisladores y cut out descargados. Los trabajos realizados en todas las estructuras, claro está tomando mayor énfasis a la zona donde se presentaron mayor cantidad de eventos.

Asimismo existen observaciones donde es necesario la intervención de otras áreas: Redes Aéreas e Hidrolavado.

En la tabla N° 3.9 se presentan las observaciones de la inspección minuciosa realizadas por la cuadrilla de líneas energizadas del AMT VIR002, las observaciones pertenecientes a las otras áreas se programara su correctivo en un Corte a frecuencia fija, como son el caso de redes aéreas, ya que Hidrolavado lo realiza con la línea energizada.

Tabla 3.9: Observaciones de la inspección minuciosa por líneas energizadas

OBSERVACIONES	Cantidad
Seccionadores tipo Cut Out Descargado	9 und.
Conectores bimetálicos presentan corrosión galvánica	48 Und.
Conectores de aluminio presenta deterioro	35 Und.
Aisladores tipo pin roto	13 Und.
Aisladores tipo disco roto	11 Und.
Crucetas presenta resquebrajamiento	1 Und.
postes rotos por debajo de cruceta	2 Und.
Línea presenta hebras rotas en todo el vano	6510 m.
estructuras presentan alta contaminación	66 Und.
SED presentan alta contaminación	10 Und.

En las siguientes imágenes se presenta las observaciones las cuales se intervino con líneas energizadas.

A continuación se presenta el resumen fotográfico y levantamiento de observaciones en distintos componentes del AMT. Las cuales se muestran en las siguientes figuras:



Estructura N° 0096968



Estructura N° 0096942

Figura 3.8: Conector de Aluminio averiado y Aislador tipo disco roto





Estructura N° 0097284



Estructura N° 0096936-0096935

Figura 3.9: Aislador polimérico con suciedad y Conductor de aluminio deshebrado



Estructura N° 0096986



Estructura N° 0078297

Figura 3.10: Bucle deshebrado en terminación y conector de aluminio recalentado



SED VI0126



SED VI0104

Figura 3.11: Conductor de cobre conectado directamente a la línea de aluminio.

Asimismo la tercera semana de enero se realizó el conexionado del recloser en la E-0096997 Seccionamiento I301791 con el fin de dar una mayor confiabilidad al AMT aguas abajo de la zona que presento mayor cantidad de eventos, sin afectar la continuidad de servicio eléctrico como se muestra en la figura N° 3.11.



Figura 3.12: Conexionado de equipo recloser

En la tabla N° 3.10 se observa el plan de mantenimiento del alimentador crítico VIR002 ejecutado en el mes de enero y primera semana de febrero del 2017, asimismo los días de intervención.



Tabla: 3.10: Plan de Trabajo del AMT VIR002

PLAN DE TRABAJO EN EL AMT VIR002																											
TRABAJOS PROGRAMADOS	AREA	1era Semana					2da Semana					3era Semana					4ta Semana					5ta Semana					
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
Inspección Termográfica	Predictivo	I	I	I																							
Inspección de efecto corona	Predictivo	I	I	I																							
Inspección minuciosa Grupo 1	L. Energizadas	I	I	I	I	OM				I	I	I	I	I				I	I	I	I	OM					
Correctivos Grupo 1	L. Energizadas						C	C	C								C	C	C					C	C	C	R
Inspección minuciosa Grupo 2	L. Energizadas	I	I	I	I	I				I	I	I	I	OM				I	I	I	I	I					
Correctivos Grupo 2	L. Energizadas						C	C	C								C	C						C	C	C	R
Conexionado de Recloser	L. Energizadas															C											
Lavado de estructuras	Hidrolavado																							C	C	C	C
Cambio de conductor *	Redes aéreas																										

Inspección	I
Correctivo	C
Orden de Mantenimiento	OM
Reporte de actividades	R

CAMBIO DE CONDUCTOR		
Desde	Hasta	Realizado
0096986	VI0103	Con corte a frecuencia fija
0096955	0096955	Con corte programado
0097028	VI0466	Con corte programado
0097001	0097005	Con corte programado

\*Los tramos de conductor que se encuentran cerca a la fuente que involucren el corte a todo el AMT, se programaran en un corte a frecuencia fija los puntos de línea críticos se reforzaran con la cuadrilla de líneas energizadas hasta su correctivo definitivo. Los demás puntos observados que no involucren a todo el AMT se programaran abriendo bucles y/o seccionamiento para el cambio de conductor, teniendo en cuenta el stock de materiales en el almacén. Todas estas actividades se programaran en el segundo semestre.

La ejecución de los puntos observados se ejecutó según plan de trabajo con 02 cuadrilla de líneas energizadas.

Conformadas por:

- 03 Técnicos operarios especializados, calificados y autorizados para trabajos con líneas energizadas/ Cuadrilla
- 02 Unidades móviles (Hidroelevador)
- 03 Equipos de personal/cuadrilla(tabla N°7)
- 01 Equipos de protección complementaria/cuadrilla (Tabla N°8)

Personal del área de predictivo conformada por:

- 03 Técnicos capacitados en el manejo y evaluación de los equipos de termografía y efecto corona.

El mantenimiento de partes aislantes (Hidrolavado) se ejecutó según plan de mantenimiento.

### 3.6. Calculo de los indicadores luego de los trabajos con líneas energizadas

Luego de los trabajos realizados con líneas energizadas en mes de enero y febrero del año 2017 en el AMT VIR002 se compara de los indicadores de calidad de suministro y compensaciones con respecto a los semestres del año 2016.

Contando con información al 31 de mayo del 2017 se procederá a simular los indicadores de calidad de suministro y compensaciones para el mes de junio con el módulo NGC-NTCSE, de esta manera simular los resultados del primer semestre del año 2017.

#### 3.6.1. SAIFI y SAIDI del alimentador crítico VIR002

El número y la duración promedio de la interrupciones del AMT VIR002 tomado para este estudio tuvo una disminución.

En la tabla N°3.11 se observa que el AMT VIR002 obtuvo un reducción de 64.1% de SAIFI y 12.5% de SAIDI con respecto al primer semestre del 2016, y de un 60.5% de SAIFI y 48.3% de SAIDI respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio una disminución semestral de 15.20 (veces/semestre) SAIFI y 21.05 (horas/semestre) SAIDI con respecto al año 2016.

Tabla 3.11: Comparativo SAIFI Y SAIDI 2017 S1 con los semestre 2016.

AMT	N° Clientes	PRIMER SEMESTRE 2016 (S1)		SEGUNDO SEMESTRE 2016(S2)		PRIMER SEMESTRE 2017 (S1)		COMPARATIVO 2017 S1 CON			
		SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	2016 S1 Saifi	2016 S1 Saidi	2016 S2 Saifi	2016 S2 Saidi
VIR002	791	25.52	44.63	23.22	75.54	9.17	39.04	64.1%	12.5%	60.5%	48.3%

En la tabla N° 3.12, 3.13 Se disgrega de los indicadores SAIFI<sub>MT</sub> y SAIDI<sub>MT</sub> por semestre y nivel de tensión obteniéndose los siguientes resultados:

Tomando en cuenta que el plan de trabajo debe distribuirse entre las áreas involucradas Distribución, Transmisión y/o Generación en el presente cuadro se presentan las reducciones por responsabilidad donde se observa una mayor incidencia en la reducción en la parte de responsabilidad de distribución, área donde hemos actuado con el método de líneas energizadas.

Tabla 3.12: Disgregación SAIFI<sub>MT</sub> por responsabilidad

SAIFI	Generación	Distribución	Transmisión
1S 2016	0.00	13.95	11.43
2S 2016	0.00	13.88	9.22
1S 2017	1.87	3.20	5.89

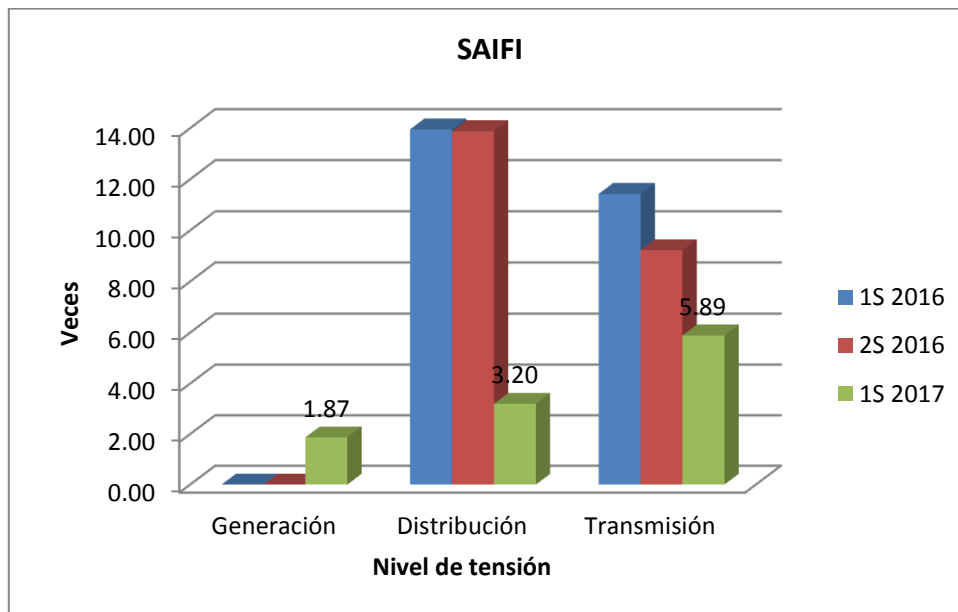


Figura 3.13: SAIFI desempeño esperado (D.E.)

Tabla 3.13: Disgregación SAIDI<sub>MT</sub> por responsabilidad

SAIDI	Generación	Distribución	Transmisión
1S 2016	0.00	22.75	21.67
2S 2016	0.00	34.76	40.32
1S 2017	0.46	2.50	36.41

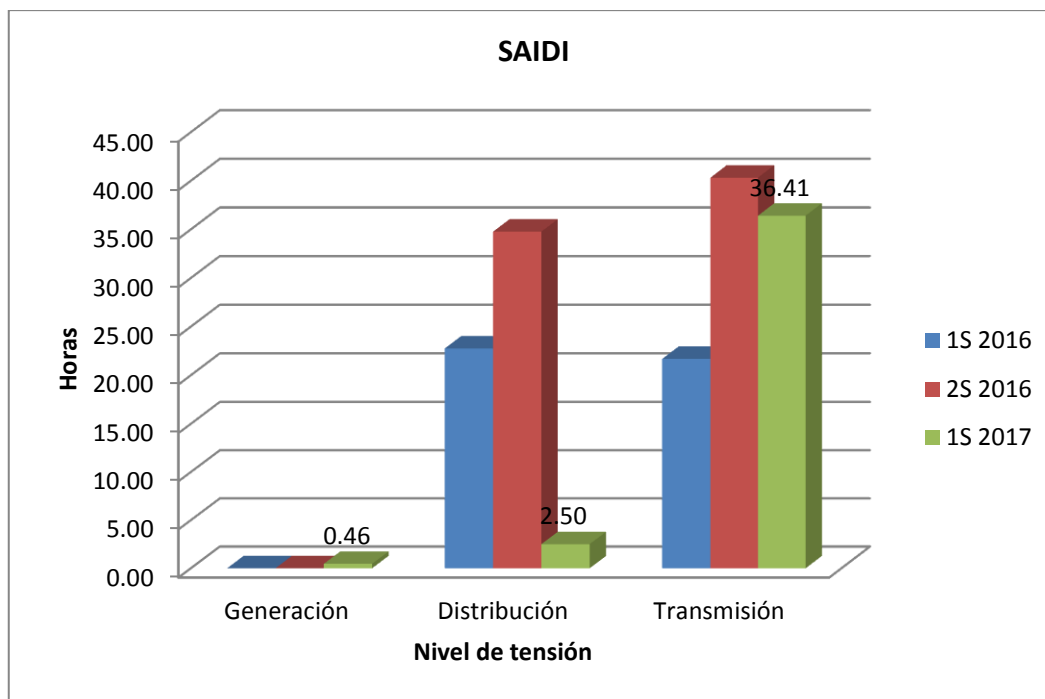


Figura 3.14: SAIDI Desempeño esperado (D.E.)

Con respecto a los valores de desempeño esperado (Distribución) presentamos los resultados en forma separada:

En la tabla N°3.14 se observa que el AMT VIR002 obtuvo una reducción de 79.0% de SAIFI<sub>MT</sub> y 89.0% de SAIDI<sub>MT</sub> con respecto al primer semestre del 2016, y de un 78.8% de SAIFI<sub>MT</sub> y 92.8% de SAIDI<sub>MT</sub> respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio una disminución semestral de 10.95 (Veces/semestre) que equivale el 78.87% SAIFI<sub>MT</sub> y 26.24 (Horas/semestre) que equivale 91.30% SAIDI<sub>MT</sub> con respecto al año 2016.

Tabla 3.14: Comparativo SAIFI<sub>MT</sub> Y SAIDI<sub>MT</sub> 2017 S1 con los semestre 2016

AMT	N° Clientes	PRIMER SEMESTRE 2016 (S1)		SEGUNDO SEMESTRE 2016(S2)		PRIMER SEMESTRE 2017 (S1)		COMPARATIVO 2017 S1 CON			
		SAIFI <sub>MT</sub>	SAIDI <sub>MT</sub>	SAIFI <sub>MT</sub>	SAIDI <sub>MT</sub>	SAIFI <sub>MT</sub>	SAIDI <sub>MT</sub>	2016 S1 SAIFI <sub>MT</sub>	2016 S1 SAIDI <sub>MT</sub>	2016 S2 SAIFI <sub>MT</sub>	2016 S2 SAIDI <sub>MT</sub>
VIR002	791	13.95	22.74	13.88	34.75	2.94	2.50	79.0%	89.0%	78.8%	92.8%

La tabla N°3.15 muestra que los indicadores SAIFI<sub>MT</sub> y SAIDI<sub>MT</sub> hemos superado el desempeño esperado para el SAIFI<sub>MT</sub> con un 16%, y 58.33% con respecto al SAIDI<sub>MT</sub>

Tabla 3.15: Comparativo SAIFI<sub>MT</sub> Y SAIDI<sub>MT</sub> 2017 S1 con los semestre 2016

AMT	N° Clientes	D.E SECTOR TIPICO 3 /SEMESTRE		2017 (S1)		COMPARATIVO 2017 S1	
		SAIFI <sub>MT</sub>	SAIDI <sub>MT</sub>	SAIFI <sub>MT</sub>	SAIDI <sub>MT</sub>	% SAIFI <sub>MT</sub>	% SAIDI <sub>MT</sub>
VIR002	791	3.5	6	2.94	2.5	16.00%	58.33%

### 3.6.2. ENS del alimentador critico VIR002

La energía no suministrada a consecuencia que el número de horas de interrupción disminuyó (SAIDI), también tuvo una disminución.

En la tabla N°3.16 se observa que el AMT VIR002 obtuvo un reducción de 19.3% de la energía no suministrada con respecto al primer semestre del 2016 y de un 53% respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio un disminución de energía no suministrada de 36,814.63 kWh en otras palabras está reduciendo la ENS y se esa vendiendo más energía que es el negocio de la empresa.

Tabla 3.16: Comparativo ENS del 2017 S1 con los semestre 2016.

AMT	N° Clientes	Energía (MWh /Semestre)	PRIMER SEMESTRE 2016		SEGUNDO SEMESTRE 2016		PRIMER SEMESTRE 2017		COMPARATIVO 2017 S1 CON	
			SAIDI	ENS (MWh)	SAIDI	ENS (MWh)	SAIDI	ENS (MWh)	2016 S1 ENS (MWh)	2016 S2 ENS (MWh)
VIR002	791	6,431.77	44.63	66.76	75.54	114.58	36.07	53.85	19.3%	53.0%

### 3.6.3. Compensaciones del AMT crítico VIR002

Con respecto a las compensaciones por mala calidad de suministro también tuvo una disminución.

En la tabla N°3.17 se observa que el AMT VIR002 obtuvo una reducción de 14% de las compensaciones con respecto al primer semestre del 2016, y de un 91% respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio un ahorro de 17,529.69 Dólares.

Tabla 3.17: Las compensaciones del primer semestre 2017

AMT	N° Clientes	COMPENSACIONES POR SEMESTRE			COMPARACIÓN 2017 S1	
		CNTCSE 2016 S1 \$	CNTCSE 2016 S2 \$	CNTCSE 2017 S1 \$	CNTCSE 2016 S1 \$	CNTCSE 2017 S2 \$
VIR002 Dámper - Los Pinos	791	4,035.99	37,935.69	3,456.15	14%	91%

### 3.6.4. Comparativo de costos de ineficiencia del ranking de los AMT obtenidos

EL AMT VIR002 se ha obtenido una disminución considerable en sus indicadores de calidad de suministro, tal como se puede observar lo siguiente:

En la tabla N°3.18 se observa que el AMT VIR002 obtuvo una reducción de 30% de los costos de ineficiencia con respecto al primer semestre del 2016 y de un 82% respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio un ahorro de 22,354.81.Dolares por semestre.

Tabla 3.18: Comparativo de los semestres 2016 y 1er semestre 2017

Punto de Medición	Punto de Medición	1S 2016 (\$)	2S 2016 (\$)	1S 2017 (\$)	Comparativo 2017 S1 con	
					2016 S1	2016 S2
VIR002 Dámper - Los Pinos	VIR002	12,920.00	49,950.74	9,080.56	30%	82%

Asimismo presenta el nuevo ranking de alimentadores de media tensión calculados en este primer semestre del 2017.

En la tabla N°3.19 presento el ranking de alimentadores críticos calculados en el primer semestre.



Tabla 3.19: Ranking de los AMT críticos del primer semestre 2017

AMT	N° Clientes	Energía (MWh/año)	SAIFI	SAIDI	ENS (MWh)	Lucro cesante Dólar/MWh	Costo de reparación \$	ENS \$	Reparación \$	CNTCSE S1 \$	TOTAL \$	Participación	Acumulado %
TPO001	11138	9,050.87	14.96	40.52	85.22	74	123	6,312.95	1,847.51	16,789.50	24,949.96	9%	9%
TPO201	1710	3,829.32	13.78	78.21	70.20	74	154	5,200.28	2,126.14	8,018.02	15,344.44	5%	14%
TOE103	4066	16,792.54	5.98	13.06	50.66	74	123	3,752.27	738.87	10,593.48	15,084.62	5%	19%
TSU005	5746	12,306.00	5.92	61.38	176.37	74	123	13,064.62	731.09	935.73	14,731.44	5%	25%
TSU003	3174	15,890.68	6.59	31.49	116.02	74	154	8,594.44	1,016.58	4,680.15	14,291.17	5%	30%
HDS102	3396	7,002.38	9.27	31.99	51.95	74	123	3,847.90	1,144.55	8,345.49	13,337.94	5%	34%
TPO002	6391	8,388.64	4.51	22.62	43.92	74	123	3,253.07	557.22	6,887.83	10,698.12	4%	38%
TSU004	1154	7,591.62	6.82	33.56	59.10	74	123	4,377.73	841.65	4,723.78	9,943.16	3%	41%
HDS101	4232	4,658.08	9.62	31.53	34.06	74	123	2,522.75	1,188.22	5,914.50	9,625.47	3%	45%
VIR002	791	6,431.77	10.60	36.07	53.85	74	154	3,989.22	1,635.19	3,456.15	9,080.56	3%	48%
TSU013	5324	9,664.32	12.02	31.75	71.16	74	123	5,270.91	1,483.56	2,075.86	8,830.32	3%	51%

## IV. DISCUSIÓN

- 4.1. El indicador SAIFI en el primer semestre del año 2017 se obtuvo un SAIFI de 10.60 (interrupciones/semestre) obteniéndose una reducción del 58.5% respecto al primer semestre del 2016 (25.52 interrupciones/semestre) y 54.4% con respecto al segundo semestre del año 2016 (23.22 interrupciones/semestre).

El indicador SAIDI en el primer semestre del año 2017 se obtuvo un SAIFI de 36.07 (interrupciones/semestre) obteniéndose una reducción del 19.2% respecto al primer semestre del 2016 (44.63 interrupciones/semestre) y 52.2% con respecto al segundo semestre del año 2016 (75.54 interrupciones/semestre).

Si bien se nota una drástica reducción, en este indicador podemos observar que el valor obtenido se encuentra aún por encima del valor esperado 10 (interrupciones/ semestre), debido a que aún existen trabajos que a la fecha no se han realizado por estar programado su ejecución para el segundo semestre del 2017.

Con los trabajos ejecutados con el método de líneas energizadas hemos logrado disminuir los indicadores SAIFIMT y SAIDIMT, obteniéndose una reducción de 79.0% de SAIFIMT y 89.0% de SAIDIMT con respecto al primer semestre del 2016, y de un 78.8% de SAIFIMT y 92.8% de SAIDIMT respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio una disminución semestral de 10.95 (Veces/semestre) que equivale el 78.87% SAIFIMT y 26.24 (Horas/semestre) que equivale 91.30% SAIDIMT con respecto al año 2016.

Con los valores obtenidos de los indicadores SAIFI<sub>MT</sub> y SAIDI<sub>MT</sub> en el primer semestre del año 2017 hemos logrado superar los valores semestral de desempeño esperado para el AMT en seleccionado en el proyecto de trabajo con un 16% SAIFI<sub>MT</sub> y 58.33% con respecto al SAIDI<sub>MT</sub>.

- 4.2.** La energía no suministrada no es medible sin embargo de acuerdo a nuestro cálculo en la ecuación N° 1.2 es directamente proporcional a la energía registrada del semestre y el valor obtenido del SAIDI semestral, por tanto considerando que la demanda permanece constante la reducción de la energía no suministrada es directamente proporcional al SAIDI, en el primer semestre del 2017 la energía no suministrada (ENS) fue de 53.85 MWh, obteniéndose una reducción de 19.3% con respecto al primer semestre 2016 (66.76 MWh) y 53.0% con respecto al segundo semestre del año 2016 (114.58 MWh).

La valoración de la energía no suministrada para el presente trabajo se ha realizado en función del lucro cesante diferencia precio de venta y precio de compra, no entendiéndose esto como un valor de indemnización por los daños causados, sino más bien como un valor dejado de percibir por la no venta de la misma, la valoración de la ENS es un componente muy importante para el cálculo de los costos de ineficiencia, sin embargo se puede observar que las empresas de distribución no lo toman en cuenta al momento de determinar sus alimentadores críticos.

- 4.3.** Con respecto a las compensaciones del primer semestre del 2017; se obtuvo una reducción del 14% (596.84 dólares), y del 91% (34,479.54 dólares) con respecto al segundo semestre del 2016.

El monto de la reducción promedio asciende a 20,985.80 dólares, lo cual representa el 66.9% del costo promedio de ineficiencia semestral.

De acuerdo a la disgregación de los indicadores de responsabilidad podemos afirmar que los costos de ineficiencia en que aun incurre al AMT VIR002 se deben a las interrupciones presentes a las líneas de transmisión, estando pendiente por el área de mantenimiento realizar los trabajos efectivos para dejar saneado al 100% de nuestro alimentador, esto debido que los trabajos de mantenimiento con líneas energizadas solo en esta unidad de negocio se limitan a líneas de distribución.

**4.4.** El método propuesto en comparación con otros métodos, para determinar los alimentadores con mayor influencia sobre los indicadores de calidad de suministro es muy ventajoso ya que podremos identificar al AMT más crítico, unificando criterios llevándolos a una escala de medición cuantificando el SAIDI por medio de la energía no suministra, al SAIFI por costo de reparación y las compensaciones, quiere decir que los indicadores de calidad de suministro se analizaran en conjunto, el cual nos permitirá determinar un ranking de alimentadores y así realizar una intervención con la cuadrilla de líneas energizadas más efectiva, ya que podemos inferir con exactitud donde se encuentra el costo de ineficiencia que producen las interrupciones más elevado el cual podemos intervenir con mayor eficacia, aplicando Pareto obtenemos que el 11 de los 53 alimentadores de media tensión, representan el 51.32% de todos los costos de ineficiencia que producen las interrupciones, y el AMT VIR002 de este ranking representa el 10.9 % valorizado en 62,746.37 dólares.

**4.5.** La elaboración del plan de mantenimiento se facilitó debido a la información histórica proporcionada por el módulo NGC, a la cual se le agrego la información de posibles fallas proporcionadas por las inspecciones de las áreas de predictivo: termografía y efecto corona en las inspecciones. Gracias a esta información se ubica los puntos con más densidad de fallas y los puntos más críticos de nuestro alimentador, para el caso del AMT VIR002 la mayor tasa de fallas se localizó debajo del seccionador I301791, donde se ubican el 75 % de las fallas.

Debido a la importancia del AMT por contener en la cabecera un cliente con una demanda superior al 60% del Alimentador, se programó la instalación de un Recloser el cual ante una falla nos permitirá minimizar la cantidad de clientes afectados y confinando la zona de la falla facilitando su ubicación.

En la elaboración del plan de mantenimiento deben participar las áreas involucradas, Distribución, Trasmisión o Generación y debe planificarse trabajos a corte mediano y largo plazo (Planificación anual); por la premura

de este trabajo algunas actividades no ha sido programadas las cuales se programaran en el segundo semestres como son el cambio de conductor y debido al área de influencia de líneas energizadas solo se han programado trabajos en el AMT, debido a que solo se trabaja con niveles de tensión inferiores a 22.9 KV en la concesionaria Hidrandina S.A.

- 4.6.** El alimentador de media tensión VIR002 obtuvo un reducción de 30% de los costos de ineficiencia con respecto al primer semestre del 2016 y de un 82% respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio un ahorro de 22,354.81.Dolares por semestre.

Lo cual representa una reducción significativa considerando que representa el 92.23 % del valor anual reconocido en la tarifa y cobra mayor mérito considerando que esta reducción se ha logrado controlando las posibles fallas que se presentan en Distribución.

## V. CONCLUSIÓN

- 5.1.** Con los valores obtenidos de los indicadores SAIFI<sub>MT</sub> y SAIDI<sub>MT</sub> en el primer semestre del año 2017 hemos logrado superar los valores semestral de desempeño esperado para el alimentador seleccionado obteniendo los valores de 2.94 SAIFI<sub>MT</sub> y 2.5 SAIDI<sub>MT</sub>.

Los valores de desempeño esperado para el sector típico 3 son de SAIFI<sub>MT</sub> = 7 y SAIDI<sub>MT</sub> = 12; lo cual indica que para un semestre representaría la mitad, con lo cual estamos por debajo del valor esperado, a pesar de no haber podido concluir con todos los trabajos programados.

- 5.2.** La energía la energía nos suministrada fue de 53.85 MWh, obteniéndose una reducción de 19.3% con respecto al primer semestre 2016 (66.76 MWh) y 53.0% con respecto al segundo semestre del año 2016 (114.58 MWh).

En el presente trabajo se le da un peso muy importante a la ENS, situación que en trabajos similares no toman en cuenta, siendo este un factor diferenciador con relación a otros trabajos.

- 5.3.** Obtuvo un reducción de 14% de las compensaciones con respecto al primer semestre del 2016, y de un 91% respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio un ahorro de 17,529.69 Dólares.

La disminución en las compensaciones de alguna manera se encuentran relacionadas con la reducción de los indicadores SAIFI y SAIDI y al cuidado de interrumpir la continuidad del servicio del cliente más importante del AMT con la instalación del Recloser.

Asimismo se observa que el AMT VIR002 obtuvo un reducción de 30% de los costos de ineficiencia con respecto al primer semestre del 2016 y de un 82% respecto al segundo semestre del año 2016, lo cual significa en promedio un ahorro de 22,354.81.Dolares por semestre.

**5.4.** El método utilizado para determinar los AMT críticos, tiene una gran ventaja respecto a otros métodos ya que permite valorizar la mala calidad de suministro unificando los conceptos de Indicadores SAIDI, SAIFI, ENS y compensaciones, llevándolos a una sola unidad de medida, donde pueden ser comparables. En otros trabajos se determinan ranking solo en función de uno de los Indicadores SAIFI o SAIDI o en función de las compensaciones, resultando para cada caso una relación distinta, adicional a ello que muy poco se habla de la ENS.

Para nuestro caso el AMT VIR002 obtuvo el mayor costo de ineficiencia de la unidad de negocio Trujillo, resultando además que el 60 % de la responsabilidad se debía a problemas en Distribución, facilitando de esta manera la implementación del plan propuesto con la intervención de líneas energizadas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para poder mejorar la calidad de suministro es necesario intervenir en todas las aristas como es: responsabilidad, tecnología, personal.

En nuestro trabajo se ha determinado que gran % de las fallas son de responsabilidad de Trasmisión por ello es necesario implementar métodos que ayuden a mitigar interrupciones.

Se recomienda analizar la implementación de un software para automatizar el cálculo de los alimentadores críticos

Es necesario complementar los conocimientos para trabajos con líneas energizadas en todas áreas de responsabilidad de la empresa concesionaria, ya que la tecnología para esta actividad se moderniza constantemente.



## VII. REFERENCIAS

- [1] Norma técnica de calidad de servicios eléctricos, aprobada por Decreto Supremo N° 020-97-EM., título sexto, Calidad de Suministro.
- [2] PABLO ALCALDE SAN MIGUEL. *Electrotecnia*. España. Edit. Thomsom-Paraninfo, 2005, 510 pp.
- [3] Procedimiento para la supervisión de la operación de los sistemas eléctricos N° 074-2004-OS/CD y N°
- [4] MORALES, Juan Fernando. *Elementos de protección de Sistemas de Potencia*. Guatemala: Edit. Serigráfica, Eegsa. 2005, 169 pp.
- [5] JOHNSON, David E. HILBURN, Jhon L. JOHNSON, Johnny R. *Análisis básico de circuitos eléctricos 4/E* Mexico, Editorial. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.1991, 726 pp. ISBN 968-880-229-8.
- [6] Código Nacional de Electricidad, normas de suministro resolución ministerial N° 366-2001-EM/VME., Perú, Ediciones Miano. 2007,575 pp.
- [7] Norma de postes, crucetas de madera y concreto armado para redes de distribución. <https://www.udocz.com/.../norma-de-postes--crucetas-y-mensulas-de-madera-y-concreto>,5 sep. 2016 - DGE 015-PD-1.
- [8] ENRÍQUEZ Harper Gilberto *Sistemas de Transmisión y Distribución de Potencia Eléctrica*, - México: editorial Limusa, 2005, ISBN: 968-18-6715-7.
- [9] Especificación Técnica: aisladores de porcelana, vidrio y poliméricos para redes de media tensión Endesa.
- [10] AYALA Sánchez, Javier Antonio, seguridad en el manejo de energía eléctrica: *Línea Viva*". Director: Julio Cesar Chacón Velasco, Universidad Industrial de Santander, 2006.
- [11] PERÉN Poyón, Luis Carlos *Técnicas Para Mantenimiento, Conversiones Y Mejoras, En Líneas Eléctricas De Distribución De Media Tensión De 13.8kv Y 34.5kv En Vivo.*, Guatemala 2009.

[12] Curso de capacitación “Líneas aéreas energizadas para redes de distribución aérea”, dictado por Ing. Ricardo Brauner(Brasil) y Tec. Crowel Cornejo Zapata, Octubre 2011.

[13] Curso de capacitación “Reciclaje para trabajos en redes energizadas de media tensión”, dictado por el Ing. Luis Lorenzo Neira (Argentina), miembro del Cacier, Octubre 2016.

[14] BAUTISTA Tonato, SOLÍS Mora, Jenny Nataly VINICIO Samuel, Ecuador 2013 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.”

[15] Guía de termografía para mantenimiento predictivo-FLIRmedia.comhttps://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjxhejn39zQAhWlbiYKHc\_zBNIQFggYMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.flirmedia.com%2FMMC%2FTHG%2FBrochures%2FT820264%2FT820264\_ES.pdf&usg=AFQjCNHdbld5xJRM7WYOaIC2Z3vOwNrO mA.

[16] CHECA, Luis María. (1988). *Líneas de transporte de energía*. Marcombo. ISBN 84-2670-684-3.

[17]Trabajos en Tensión Cam ULE. www.portaldeingenieria.com/...//Trabajos\_en\_Tensi\_sn\_-CAM\_\_ULE\_Rev.\_1.pdf

[18] <http://www.downlight.cl/categorias/4-Cables-Conductores-Eléctricos>.

[19] <http://www.Aisladores.com/lineas/aereas/lineasaereas.htm>.

[20] <https://spanish.alibaba.com>.

[21] [www.madelsca.com/imagenes/descargas/TABLAAMPACT.pdf](http://www.madelsca.com/imagenes/descargas/TABLAAMPACT.pdf).

[22] <http://www.buykorea.org/product-details/recloser>.

[23] <http://www.myeel.com.ar/producto/Seccionalizador>.

[24] <http://www.promelsa.com.pe/productos>.

[25] <https://www.google.com.pe/search?q=trabajos+con+tensión+y+sin+tension>.

[26] [https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_electromagn%C3%A9tico](https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico).

[27] Fuente: <http://www.daycor.com/>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Aislamiento:** Es el conjunto de aislantes aplicados alrededor de los conductores y destinados a aislarlos eléctricamente.

**Cable:** Un conductor con aislamiento, o un conductor con varios hilos trenzados, con o sin aislamiento y otras cubiertas (cable monopolar o unipolar) o una combinación de conductores aislados entre sí (cable de múltiples conductores o multipolar).

**Desenergizado:** Cuando ha sido desconectado de todas las fuentes de suministro por la operación del interruptor, apertura de tomas de carga, apertura de puentes u otra manera del suministro eléctrico; quedando el circuito al potencial de tierra.

**Fuera de servicio:** Las líneas y equipos son considerados fuera de servicio cuando están desconectados del sistema y no son capaces de suministrar energía ni señales de comunicaciones.

**Línea:** Es una disposición de conductores, materiales aislantes y accesorios para transmitir electricidad entre dos puntos de un sistema.

**Suministro:** Conjunto de instalaciones que permiten la alimentación de la energía eléctrica en forma segura y que llega hasta el punto de entrega.

**Tensión:** La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra.

**Hidroelevador:** vehículo móvil aislado según nivel de tensión

**Corrosión galvánica:** Es un proceso electroquímico en el que un metal se corroe preferentemente cuando está en contacto eléctrico con un tipo diferente de metal (más noble) y ambos metales se encuentran inmersos en un electrolito o medio húmedo.

## INDICE DE ABREVIATURAS

NTCSE: Norma técnica de calidad de servicios eléctricos

AMT: Alimentador de media tensión

Kv: kilovoltios

SAIFI: Índice de Frecuencia de Interrupción Media del Sistema.

SAIDI: Índice de duración media de la interrupción del sistema.

SED: Sub estación de distribución.

LMT: Línea de Media tensión.

ERS: Energía registrada en un semestre

ERA: Energía registrada en un año

DE: Desempeño esperado.

DPEL: Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo

kWh: Kilovatios/ hora

MWh: Megavatios/hora

V: Voltios.

IEC: Comisión Electrónica Internacional.

IEEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

ANSI: Instituto Americano de Normas

OIT: Organización Internacional del Trabajo.

IEC: Comisión electrotécnica internacional.

ASTM: Asociación Americana de Ensayo de Materiales.

UNE: Una Norma Española.

OSHA: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional.

M: Metros.

AT: Alta tensión.

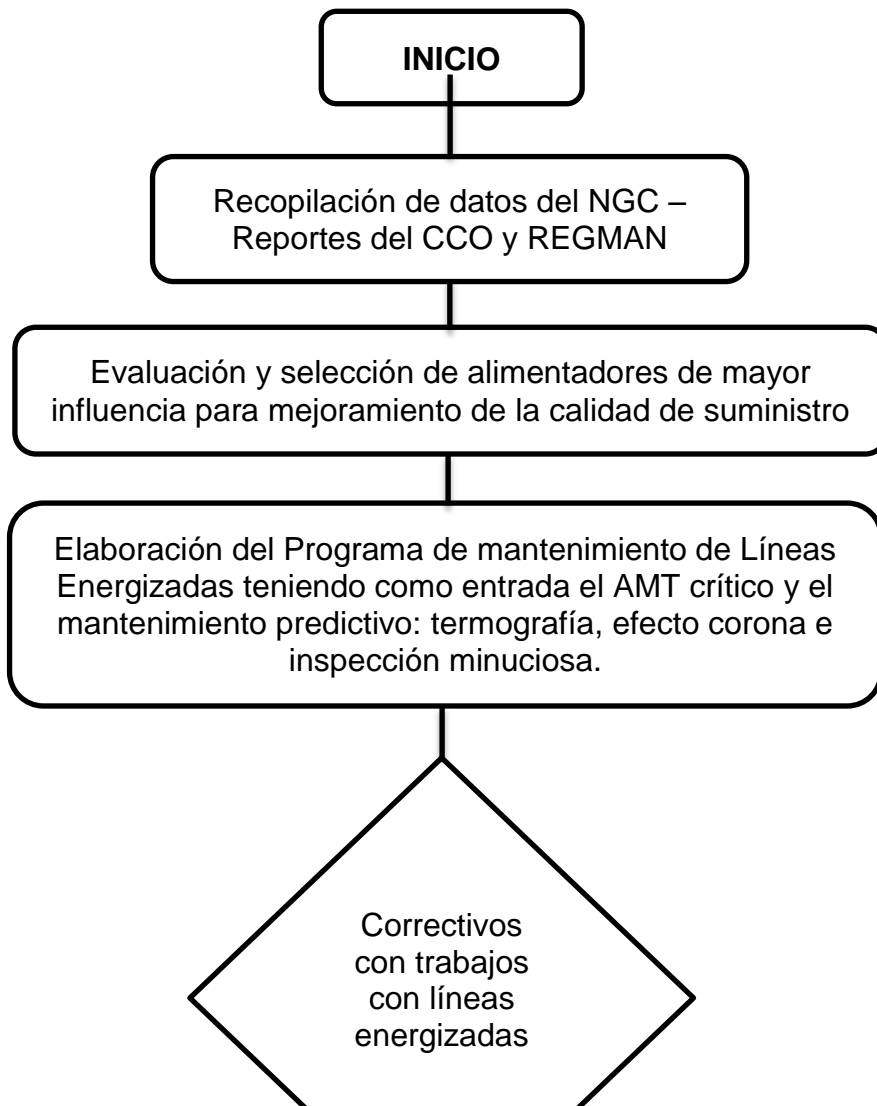
B.T: Baja tensión

M.T: Media tensión.

UNE-EN: Una Norma Española – Normas Europeas.

DMS: Distancia mínima de seguridad

## ANEXOS



Anexo 1: Alimentadores de Media tensión de la Unidad Trujillo

<b>ALIMENTADORES DE MEDIA TENSIÓN</b>			
<b>N°</b>	<b>SISTEMA ELECTRICO 122</b>	<b>N°</b>	
1	HDS101 - Moche 1	28	TPO008 - Alimentador
2	HDS102 - Alto Moche	29	TPO201 - SANTA CATALINA
3	HDS103 - Sector Agroindustrial	30	TS1001 HUACA DEL SOL - SALAVERRY
4	SAL001 PUEBLO SALAVERRY	31	TSU001 Chicago - Centro Cívico
5	SAL002 Agroindustria - Alto Salaverry	32	TSU002 Santa María - Centro Cívico
6	SAL003 - GREEN PERÚ - AGRODUNAS	33	TSU003 La Noria - Intendencia
7	TNO001 - METALBUS - Parque Industrial Norte	34	TSU004 Los Jardines - Las Quintanas
8	TNO002 Parque Industrial	35	TSU005 Buenos Aires
9	TNO003 Esperanza Baja	36	TSU006 Sta. María - Centro Cívico
10	TNO004 Huanchaco	37	TSU007 San Andrés - Covicorti
11	TNO005 Esperanza Centro - Florencia de Mora	38	TSU008 Palermo - Centro Cívico
12	TNO006 - El Milagro	39	TSU009 El Bosque - Los Sapitos
13	TNO007 Esperanza - Manuel Arévalo	40	TSU010 Monserrate - La Merced
14	TNO008 La Esperanza Alta - Alto Trujillo Barrio1	41	TSU012 Industrial Sur - Moche
15	TNO009 Parque Industrial - CREDITEX	42	TSU013 El Golf - Vista Alegre
16	TOE101 Alto Mochica - Santa Beatriz	43	TSU014 Ciudad Universitaria - Covicorti
17	TOE102 SAN ISIDRO	44	TSU015 REAL PLAZA
18	TOE103 Alto Mochica - Huerta Grande	45	TSU016 Industrial Sur
19	TOE104 San Isidro - Praderas del Norte - Sta. Inés	46	TSU017 Corporación Lindley
20	TOE105	47	TSU018 Terminal Terrestre de Trujillo
21	TOE201 Mall Aventura Plaza - Metro		<b>SISTEMA ELECTRICO 1122</b>
22	TOE202 - Huanchaco	48	VIR001 San Luis
23	TPO001 Porvenir - Víctor Raúl - Rio Seco	49	VIR002 Dámper - Los Pinos
24	TPO002 Porvenir Centro	50	VIR003 El Carmelo
25	TPO003 Laredo	51	VIR004 Virú Pueblo
26	TPO005 Rinconada - Granados	52	VIR005 Pur Pur-Los Pinos
27	TPO007 - Open Plaza / Los Jardines	53	VIR006 Calunga - V.R. Haya de la Torre

## Anexo N° 2 Interrupciones ocurridas en el alimentador de media tensión VIR002

ITEM	Nro Interrupción	Motivo	Elemento Eléctrico Interrumpido	Clientes Inter.	Fecha Interrupción	Fecha Reposición	Tiempo Total	Protección Que Se Activo	Energía Int. Est.	Medida Correctiva	Observación
1	5010270478	(Falla) Línea abierta o caída	VIR002 Dámper - Los Pinos	766	26/12/2016 06:33:00	26/12/2016 07:49:00	00:01:16:00	Interruptor	1,508.6721	Reparación de conductor caído línea de MT, fase "S" por deterioro en el vano comprendido entre las estructuras N° 0096980 y N° 0096981	
2	5010270478	(Falla) Línea abierta o caída	I302689_Toma Carga de PIN001 - Los Pinos	491	26/12/2016 07:49:00	26/12/2016 09:23:00	00:01:34:00	Interruptor	252.9515	Reparación de conductor caído línea de MT, fase "S" por deterioro en el vano comprendido entre las estructuras N° 0096980 y N° 0096981	
3	5010268748	(Falla) Bajo nivel de aislamiento ( Tensión Inadecuada)	VIR002 Dámper - Los Pinos	775	22/11/2016 01:43:00	22/11/2016 03:45:00	00:02:02:00	Interruptor	2,388.7295	Se realiza inspección y se repone el servicio de manera progresiva.	Personal del SSEE comunicó que la falla fue por Aisladores tipo PIN rotos fases RS en la E-0097285
4	5010267684	(Falla) Otros, por falla humanas	I302689_Toma Carga de PIN001 - Los Pinos	501	30/10/2016 05:26:08	30/10/2016 08:48:48	00:05:59:48	Interruptor	513.1517	Ocurrida la falla, se coordinó con el personal técnico del servicio Virú, a fin de que realice la inspección, sin ubicar origen de interrupción.	señalizando sobrecorriente a tierra
5	5010267684	(Falla) Otros, por falla humanas	Huancaquito Bajo_PIN001	86	30/10/2016 08:48:48	30/10/2016 09:31:24	00:06:42:24	Interruptor	57.6718	Ocurrida la falla, se coordinó con el personal técnico del servicio Virú, a fin de que realice la inspección, sin ubicar origen de interrupción.	señalizando sobrecorriente a tierra
6	5010267684	(Falla) Otros, por falla humanas	Cerro Castillo_PIN001	49	30/10/2016 09:31:24	30/10/2016 09:52:57	00:07:03:57	Interruptor	4.1905	Ocurrida la falla, se coordinó con el personal técnico del servicio Virú, a fin de que realice la inspección, sin ubicar origen de interrupción.	señalizando sobrecorriente a tierra
7	5010267602	(Falla) Línea abierta o caída	Huancaquito Bajo_PIN001	86	28/10/2016 08:00:00	28/10/2016 10:15:00	00:04:05:00	Interruptor	182.7628	Se coordina y se repone el servicio	Desconexión del AMT VIR002, por bucle abierto fases ST en la E-0097005
8	5010267602	(Falla) Línea abierta o caída	Cerro Castillo_PIN001	49	28/10/2016 10:15:00	28/10/2016 10:36:00	00:04:26:00	Interruptor	4.0835	Se coordina y se repone el servicio	Desconexión del AMT VIR002, por bucle abierto fases ST en la E-0097005
9	5010267422	(Falla) Bajo nivel de aislamiento ( Tensión Inadecuada)	Cerro Castillo_PIN001	50	23/10/2016 23:53:10	24/10/2016 12:54:00	00:13:03:30	Interruptor	151.6490	Desconexión por bajo nivel de aislamiento en la zona de Virú, descarga a tierra de aisladores en las estructuras 0097259, 00110425.	Seccionamiento I301790 aperturado

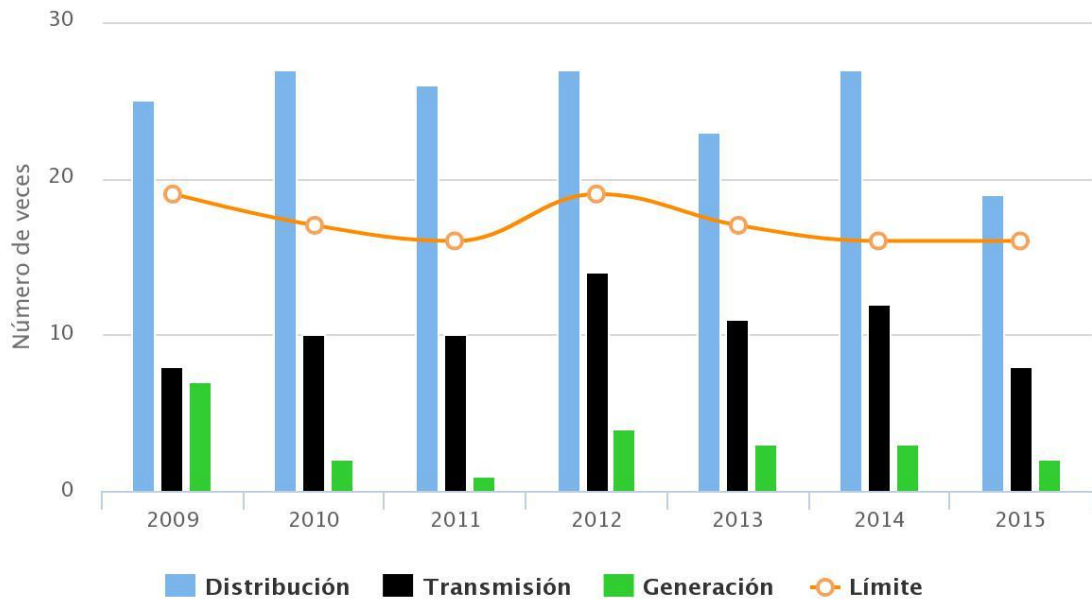
10	5010266879	(Falla) Contacto de Red con árbol	VIR002_I302946	9	12/10/2016 09:10:00	12/10/2016 09:33:04	00:11:27:04	Interruptor	17.1292	Energización parcial	Contacto de ramas de árbol con línea MT fases "RT" entre las estructuras N° 0097007, 0097008 a 0097009 en el sector Huancaquito Alto, así mismo se abrieron bucles fase "S" en la estructura N° 0097009 y fase "T" en la estructura N° 0097005, producto de las sobrecorrientes de falla.
11	5010266068	(Falla) Línea abierta o caída	VIR002 Dámper - Los Pinos	764	23/09/2016 19:30:35	23/09/2016 19:32:13	00:00:01:38	Interruptor	31.1401	bucle abierto fase "S" por deterioro de conector en la estructura N° 0097001.	
12	5010264757	(Falla) Bajo nivel de aislamiento ( Tensión Inadecuada)	VIR002 Dámper - Los Pinos	523	28/08/2016 22:28:00	28/08/2016 22:42:00	00:00:14:00	Interruptor	261.8326	Reposición del servicio, previa apertura del recloser N° 302689, por fusión de fusible fase "T" en su seccionador cut out	
13	5010264757	(Falla) Bajo nivel de aislamiento ( Tensión Inadecuada)	I302689_Toma Carga de PIN001 - Los Pinos	505	28/08/2016 22:42:00	29/08/2016 00:50:00	00:02:22:00	Interruptor	324.4791	Reposición del servicio, previa apertura del recloser N° 302689, por fusión de fusible fase "T" en su seccionador cut out	sobrecorriente a tierra
14	5010262577	(Falla) Contacto de Red con árbol	VIR002 Dámper - Los Pinos	522	12/07/2016 05:12:00	12/07/2016 07:48:00	00:02:36:00	Interruptor	3,210.4589	Poda de arboles.	
15	5010262163	(Falla) Línea abierta o caída	VIR002 Dámper - Los Pinos	519	02/07/2016 06:36:03	02/07/2016 08:55:29	00:02:19:26	Interruptor	2,643.8691	Se repone el servicio eléctrico.	Bucle abierto por deterioro de conector bimetálico cobre-aluminio de 35 mm <sup>2</sup> en la fase "T" del punto de empalme de terminación unipolar de red subterránea con red aérea en la estructura troncal de media tensión N° 0078286 ubicada en la salida del AMT VIR002.
16	5010261322	(Falla) Rechazo de carga por Mínima Frecuencia	VIR002 Damper - Los Pinos	523	12/06/2016 08:35:00	12/06/2016 08:39:00	00:00:04:00	Interruptor	87.6963	Se establece la frecuencia del SEIN y se repone el servicio (no se pudo coordinar con el COES)	Activación del ERACMF por desconexión de la Línea L-5034 (POROMA - OCOÑA) de 500 KV por falla
17	5010256699	(Falla) Línea abierta o caída	VIR002 Damper - Los Pinos	512	09/02/2016 15:11:47	09/02/2016 16:52:55	00:01:41:08	Interruptor	1,865.6361	Reparación de bucle abierto en la estructura N° 0078289	Bucle abierto por deterioro del conductor de Al. 70mm <sup>2</sup>



### Anexo 3: SAIFI según instalación eléctrica

#### Frecuencia promedio de interrupciones (SAIFI) en el Perú

Fuente: Osinergmin

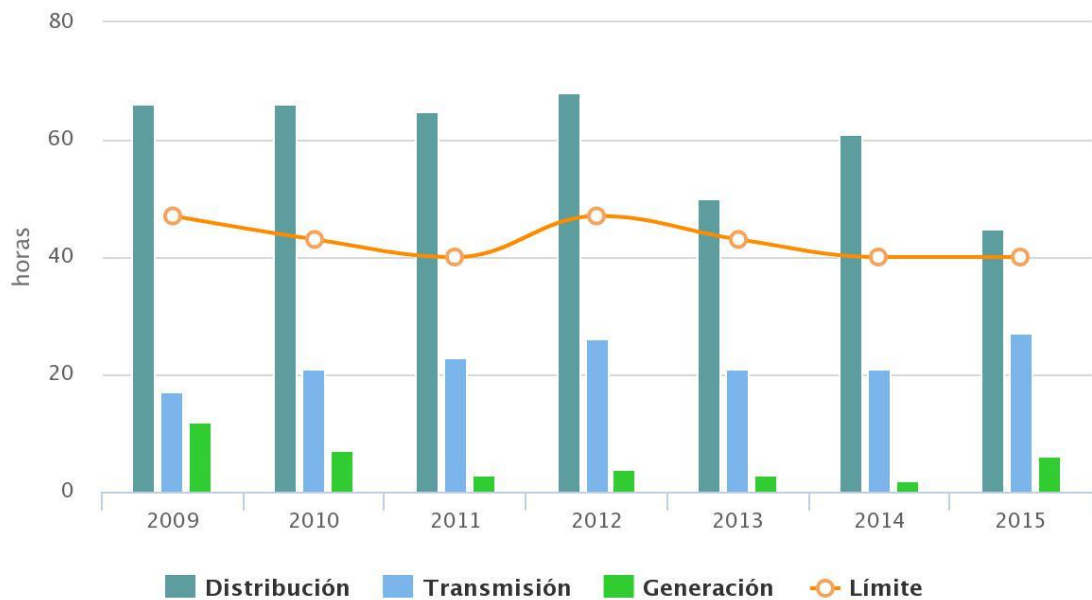


Highcharts.com

### Anexo 4: SAIDI según instalación eléctrica

#### Duración promedio de interrupciones (SAIDI) en el Perú

Fuente: Osinergmin

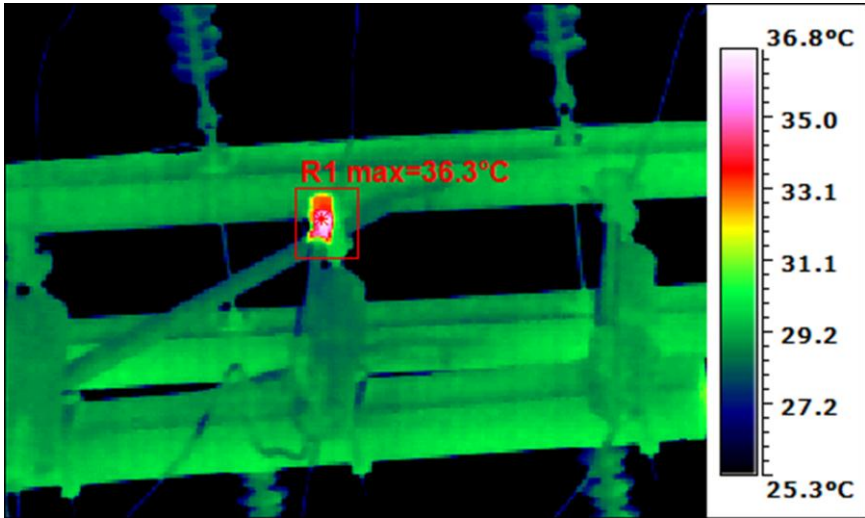




Highcharts.com

Anexo 5: Lavado de partes aislantes(Hidrolavado)



Anexo 6: Reporte de termografía

Inspeccionado Por : Roland Sanchez/Jose Reyes		Auditados Por:																			
Fecha de Inspección: 03/01/2017		Ubicación: Punto Caliente en seccionamiento de transformix (Cliente Mayor) tipo CUT-OUT Fase central de la Estructura 00171786 AMT VIR002.																			
Nombre de Archivo: IR032097	Fecha de Creación: 09/03/2016	Created Time: 06:27:29 p.m.																			
Emisividad: 0.98	Humedad: 70%	Temp. Min: 11.3°C																			
Temp. Ambiente: 32.1°C	Temp. Max: 36.3°C																				
<b>Imagen IR</b> 		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parametro del Objeto</th> <th>Valores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Max</td> <td>36.3°C</td> </tr> <tr> <td>Max: Emisividad</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>Min</td> <td>11.3°C</td> </tr> <tr> <td>Min:Emisividad</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>R1:Temp. Promedio</td> <td>29.5°C</td> </tr> <tr> <td>R1:Temp Max</td> <td>36.3°C</td> </tr> <tr> <td>R1:Temp Min</td> <td>11.5°C</td> </tr> <tr> <td>R1:Emisividad</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table>		Parametro del Objeto	Valores	Max	36.3°C	Max: Emisividad	0.98	Min	11.3°C	Min:Emisividad	0.98	R1:Temp. Promedio	29.5°C	R1:Temp Max	36.3°C	R1:Temp Min	11.5°C	R1:Emisividad	0.98
Parametro del Objeto	Valores																				
Max	36.3°C																				
Max: Emisividad	0.98																				
Min	11.3°C																				
Min:Emisividad	0.98																				
R1:Temp. Promedio	29.5°C																				
R1:Temp Max	36.3°C																				
R1:Temp Min	11.5°C																				
R1:Emisividad	0.98																				
<b>Imagen Visible</b> 		<b>Perfil</b> <#Profile#>   Gd47B0-T.wav																			
<b>Análisis &amp; Acción Recomendada: Ajuste y/o Cambio de seccionador.</b>																					

Anexo N° 7 Diagrama Unifilar del AMT VIR002

