

UNIVERSIDAD DE CUENCA



**Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Eléctrica.**

“Mantenimiento predictivo utilizando la técnica de la termografía en transformadores y alimentadores de la Empresa Eléctrica CNEL EP Bolívar”

**Trabajo de titulación previo a
la obtención del título de
Ingeniero Eléctrico.**

Autor:

Diego Benjamín Gallo Espín
C.I. 0201760105

Director:

Ing. Rodrigo Efraín Sempértegui Álvarez
C.I. 0101868552

Tutor:

Ing. Edison Javier Martínez Tapia
C.I. 1709821647

Cuenca – Ecuador
2018.



RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un análisis sobre el mantenimiento predictivo utilizando la técnica de la termográfica en el alimentador “Guanujo Centro” y sus transformadores de distribución de la Empresa Eléctrica CNEL EP Bolívar con el fin a detectar posibles anomalías y plantear las respectivas soluciones.

Para la realización de este trabajo se consideran algunos factores de mucha importancia, tomando como referencia, un cuadro de lectura del sistema SCADA del mes de marzo 2018, posterior a ello se analiza la curva de carga en su demanda máxima de este alimentador.

Con estos antecedentes se procede a realizar una inspección visual, luego un estudio completo del alimentador utilizando la termografía a través del cual se detectan los puntos calientes en elementos mal ajustados, corrosión, alta cargabilidad en transformadores, contaminación ambiental (en los elementos que forman parte de un sistema eléctrico), punto de seccionadores y en puentes aéreos de conexiones en medio y bajo voltaje.

Una vez realizado este trabajo se determina que es necesario realizar un estudio completo en todas las subestaciones y alimentadores que forman parte del sistema eléctrico de CNEL EP Bolívar, para poder solventar todas las anomalías encontradas con el objeto de dar soluciones que permitan mejorar el servicio eléctrico de una forma coordinada, planificada y reducir el índice de calidad.

Finalmente se expresa algunas conclusiones y recomendaciones en forma general, que se hace énfasis a los resultados obtenidos del personal técnico que realiza este trabajo y sirva para investigaciones futuras en temas del mantenimiento predictivo con el objeto de mejorar la confiabilidad, optimizar los recursos y especializar al personal técnico que lo realiza.



PALABRAS CLAVE.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO, TERMOGRAFÍA INFRARROJA, TRANSFORMADORES, ALIMENTADORES, TEMPERATURA, CALOR, CÁMARA TERMOGRÁFICA, EMISIVIDAD, OPTIMIZACIÓN.

ABSTRACT

In the present work an analysis is carried out on the predictive maintenance using the thermographic technique in the feeder "Guanujo Centro" and its distribution transformers of the Electric Company CNEL EP Bolivar in order to detect possible anomalies and propose the respective solutions.

For the realization of this work some factors of great importance are considered, taking as reference, a reading frame of the SCADA system of the month of March 2018, after that the load curve is analyzed in its maximum demand of this feeder.

With this background, a visual inspection is carried out, then a complete study of the feeder using thermography through which hot spots are detected in badly adjusted elements, corrosion, high chargeability in transformers, environmental contamination (in the elements that are part of an electrical system), point of disconnectors and in aerial bridges of connections in medium and low voltage.

Once this work is done, it is determined that it is necessary to carry out a complete study in all the substations and feeders that are part of the CNEL EP Bolívar electrical system, in order to solve all the anomalies found in order to provide solutions to improve the electric service in a coordinated, planned way and reduce the quality index.

Finally, some conclusions and recommendations are expressed in a general manner, which emphasizes the results obtained from the technical staff that carries out this work and serves for future research on predictive maintenance issues in



order to improve reliability, optimize resources and specialize in technical staff that does it.

KEY WORDS

PREDICTIVE MAINTENANCE, INFRARED THERMOGRAPHY, TRANSFORMERS, FEEDERS, TEMPERATURE, HEAT, THERMOGRAPHIC CAMERA, EMISSIVITY, OPTIMIZATION.



ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT.....	3
ACRÓNIMOS.....	19
ÍNDICE.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICES DE TABLAS.....	13
Certificado del director del Trabajo de Titulación.....	17
Certificado del Tutor del Trabajo de Titulación.	18
AGRADECIMIENTO	21
DEDICATORIA	22
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	23
1. Introducción.....	23
1.1. Antecedentes.....	24
1.2. Justificación.	25
1.3. Objetivos.....	26
1.3.1. Objetivo General.....	26
1.3.2. Objetivos Específicos.	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	27
2. Fundamentos de los sistemas eléctricos de potencia.....	27
2.1. Conformación del Sistema de Distribución Eléctrica.	28



2.2. Subestaciones.	28
2.3. Sistemas de distribución primarias.....	29
2.3.1. Alimentadores.....	29
2.3.2. Poste.....	30
2.3.3. Conductores	30
2.4. Seccionadores.....	31
2.5. Estructuras en redes aéreas de distribución.	32
2.6. Transformadores.....	34
2.6.1. Transformador de Distribución.....	34
2.6.2. Mantenimiento del Transformador.	34
2.7. Elementos necesarios para montaje de transformador.	35
2.7.1. Grapa en caliente.	35
2.7.2. Estribo aleación (Cu, Sn) para derivación.....	36
2.7.3. Base portafusibles.	37
2.7.4. Fusibles NH.....	37
2.8. Conectores.	38
2.9. Redes de distribución secundaria	39
2.10. Clasificación de las redes eléctricas en bajo voltaje.....	40
2.11. Diseño de redes eléctricas de bajo voltaje.....	40
2.12. Conductores.....	42
2.13. Importancia del Mantenimiento.....	43
2.14. Mantenimiento de la franja de servidumbre.....	43
2.15. Plan y tipos de Mantenimientos.....	45
2.16. Tipos de mantenimientos.....	45



2.16.1.	Mantenimiento Rutinario.....	45
2.16.2.	Mantenimiento programado.....	45
2.16.3.	Mantenimiento Preventivo.....	45
2.16.4.	Mantenimiento Predictivo.....	45
2.16.5.	Mantenimiento Correctivo.....	46
2.17.	Temperatura.....	46
2.18.	Temperatura superficial.....	46
2.18.1.	Escalas relativas de temperatura.....	47
2.18.2.	Escalas absolutas de temperatura.....	47
2.19.	Calor.....	48
2.20.	Métodos de transferencia de Calor.....	49
2.20.1.	Transferencia de calor por Radiación.....	49
2.20.2.	Transferencia de calor por Convección.....	50
2.20.3.	Transferencia de calor por Conducción.....	50
2.21.	El Espectro Electromagnético.....	51
2.22.	Termografía.....	52
2.22.1.	Explicación de la Técnica de termografía.....	52
2.22.2.	Objetivos de la termografía.....	53
2.22.3.	Procedimiento de la termografía.....	53
2.22.4.	Resultado de la termografía.....	53
2.22.5.	Ventajas de la Termografía.....	53
2.23.	Inspección Termografía Infrarroja.....	54
2.23.1.	Ventajas de mantenimiento predictivo mediante la termografía infrarroja.	54



2.23.2. El análisis que se realiza mediante cámaras termográficas infrarrojas.	55
2.24. Cámara Termográfica.	55
2.25. Funcionamiento de la cámara.	55
2.25.1. Componentes de la cámara Termográfica.	56
2.25.2. Requerimientos que debe cumplir una cámara termográfica.	57
2.26. Detector de Fotones.	58
2.27. Bolómetro.	58
2.28. Calibración de una cámara Termográfica.	58
2.28.1. Proceso de Calibración en forma manual.	58
2.29. Factores técnicos que se considerar para operar una cámara.	59
2.29.1. Enfoque.	59
2.29.2. Rango térmico.	60
2.29.3. Resolución.	60
2.30. Campo de visión instantáneo (IFOV).	60
2.31. Campo de visión (FOV).	61
2.32. Reflejos o Reflexión.	61
2.33. Cuando no se deben realizar una termografía.	62
2.34. Beneficios de la termografía.	62
2.35. Factores que limitan e inciden en un análisis termográfico	62
2.35.1. Atenuación atmosférica	62
2.35.2. Emisividad (ϵ)	63
2.33.3 Velocidad del viento.	63
2.36. Optimización de la reducción del riesgo.	63



2.37.	Distancias de seguridad.....	64
2.38.	Análisis termográfico en redes de Distribución.....	65
CAPÍTULO III: PROCEDIMIENTOS Y RECOPIACIÓN DE DATOS.....		66
3.	Equipos utilizados.	66
3.1.	Especificaciones técnicas cámara FLIR T400.....	66
3.2.	Pasos de encendido de la cámara Termográfica.	68
3.3.	Diseño y presentación de informe.	69
3.4.	Procedimientos.	70
3.4.1.	Procedimientos termográfico en alimentador y transformadores.	71
3.5.	Plan de Mantenimiento Predictivo.	72
3.6.	Responsables a cargo de la inspección termográfica.....	74
3.6.1.	Procedimientos para llevar a cabo una inspección termográfica.....	74
3.7.	Inspección en alimentador y transformadores en la Noche.	75
3.7.1.	Rutas de inspección para alimentador Primario.....	75
3.8.	Rutas de inspección para Transformadores.	77
3.9.	Análisis termográfico en Alimentador Primario Guanujo Centro.	78
CAPÍTULO: IV ANALISIS E INTEPRETACION DE RESULTADOS.....		113
4.	Análisis e interpretación de resultados.	113
4.1.	Resumen de resultados de Análisis en Alimentador Primario.	113
4.1.1.	Interpretación de los resultados de Alimentador Primario.	114
4.2.	Resumen de resultados en el Análisis termográfico realizado en Transformadores de Distribución.	116
4.2.1.	Interpretación de los resultados de Transformadores.	118
CAPÍTULO: V.....		119



Conclusiones.....	119
Recomendaciones.....	120
Bibliografía.....	121
Anexo 1 Diagrama unifilar sistema eléctrico de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.....	123
Anexo 2 Patio Subestación Guanujo.....	124
Anexo 3 Diagrama Unifilar Subestación Guanujo y Alimentadores.....	125
Anexo 4 Simbología.....	126
Anexo 5 Recorrido del Alimentador Guanujo Centro.....	127
Anexo 6 DEMANDA ALIMENTADORES CNEL EP BOLÍVAR MARZO 2018.....	128
Anexo 7 DEMANDA SUBESTACIÓN GUANUJO DE CNEL EP BOLÍVAR MARZO 2018.....	129
Anexo 8 CURVA DE CARGA.....	130
Anexo 9 Análisis de Calidad de Energía en Transformadores de Alimentador Guanujo Centro.....	131



ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama esquemático de un SEP.....	27
Figura 2.2 Estructura de un Sistema de Distribución.....	28
Figura 2.3 Postes de Hormigón y fibra de vidrio.....	30
Figura 2.4 Conductor desnudo de Al.....	31
Figura 2.5 Conductor ecológico semiaislado.....	31
Figura 2.6 Seccionador de Línea	32
Figura 2.7 Aislador polimérico.....	32
Figura 2.8 Aislador tipo campana.....	33
Figura 2.9 Aislador pin	33
Figura 2.10 Transformador monofásico y trifásico.....	34
Figura 2.11 Grapa en Caliente	36
Figura 2.12 Estribo para derivación, aleación Cu Sn.....	36
Figura 2.13 Bases porta fusibles	37
Figura 2.14 Fusibles NH	37
Figura 2.15 Conector de Comprensión	38
Figura 2.16 Conector dentado doble cuerpo	39
Figura 2.17 Conector dentado estanco.	39
Figura 2.18 Red de distribución secundaria	40
Figura 2.19 Red tipo radial preensamblado.....	41
Figura 2.20 Red tipo anillo Preensamblado.....	41
Figura 2.21 Red de BV con Conductor de Al tipo ACSR	42
Figura 2.22 Desbroce de vegetación.....	44
Figura 2.23 Temperatura superficial.....	47
Figura 2.24 División de escalas de temperatura.....	48
Figura 2.25 Transferencia de calor.....	49
Figura 2.26 Longitud de Ondas Electromagnéticas	52
Figura 2.27 Cámara Termográfica	55
Figura 2.28 Diagrama de funcionamiento de cámara termográfica	56



Figura 2.29 Componentes de una cámara	57
Figura 2.30 Imagen desenfocada.....	59
Figura 2.31 IFOV	61
Figura 2.32 IFOV y FOV	61
Figura 3.1 Menú inicial de cámara termográfica.....	69
Figura 3.2 Pantalla de presentación de informe	70
Figura 3.3 Diagrama de flujo	71
Figura 3.4 Diagrama de procedimiento	72
Figura 3.5 Diagrama de etapas de un plan de mantenimiento.	74
Figura 4.1 Análisis Termográfico de Alimentador de Distribución.....	115
Figura 4.2 Análisis Termográfico de Transformadores de Distribución.....	118



ÌNDICES DE TABLAS.

Tabla 2.1 Sección de cable preensamblado..... 43

Tabla 2.2 Tabla de distancias de seguridad64

Tabla 3.1 Cámara FLIR T-400 67

Tabla 3.2 Frecuencia de Inspecciones 73

Tabla 3.3 Formulario de reportes para alimentadores..... 75

Tabla 3.4 Formulario de reportes para transformadores. 77

Tabla 3.5 Clasificación de las fallas según las temperaturas..... 77

Tabla 3.6 Informe termográfico en Salida Alimentador Primario poste N° 220041.
..... 79

Tabla 3.7 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 216383..... 80

Tabla 3.8 Informe termográfico de Alimentador Primario N° 216380..... 81

Tabla 3.9 Informe termográfico de Alimentador Primario Puente Aéreo..... 82

Tabla 3.10 Informe termográfico Seccionador Barra Poste N° 375025 83

Tabla 3.11 Informe Inspección Visual Estructura de Madera Poste N° 216574... 84

Tabla 3.12 Informe termográfico de Alimentador Primario Puente de conexión BV.
..... 85

Tabla 3.13 Informe Inspección Visual Estructura de Madera Poste N° 216573... 86

Tabla 3.14 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 216679..... 87

Tabla 3.15 Informe termográfico Derivación Monofásica Poste N° 352049..... 88

Tabla 3.16 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 216582..... 89

Tabla 3.17 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 216828..... 90

Tabla 3.18 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 217147..... 91

Tabla 3.19 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 217191..... 92

Tabla 3.20 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 217204..... 93

Tabla 3.21 Informe termográfico de Alimentador Primario Puente aéreo de
conexión.. 94

Tabla 3.22 Informe Inspección Visual Estructura de Madera Poste N° 215264... 95

Tabla 3.23 Informe Inspección Visual Poste N° 215260..... 96



Tabla 3.24 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20815.. ... 97

Tabla 3.25 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20566. 98

Tabla 3.26 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 21440. 99

Tabla 3.27 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 21440. ...100

Tabla 3.28 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20822. ...100

Tabla 3.29 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20828. ...101

Tabla 3.30 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20833102

Tabla 3.31 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20834. ...103

Tabla 3.32 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20881. ...104

Tabla 3.33 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20860. ...105

Tabla 3.34 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 21344. ...106

Tabla 3.35 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20764. ...107

Tabla 3.36 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20731. ...108

Tabla 3.37 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 142658. .109

Tabla 3.38 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 21805. ...110

Tabla 3.39 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 0300050.
.....111

Tabla 4.1 Resumen de Análisis Termográfico en Alimentador Primario.113

Tabla 4.2 Resumen Termográfico de Alimentador Primario114

Tabla 4.3 Resumen de Análisis Termográfico en Transformadores de Distribución.
.....117

Tabla 4.4 Resumen Termográfico de resultados de Transformadores.118



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el
Repositorio Institucional

Yo, Diego Benjamín Gallo Espín en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**Mantenimiento predictivo utilizando la técnica de la termografía en transformadores y alimentadores de la Empresa Eléctrica CNEL EP Bolívar**", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, octubre de 2018

Diego Benjamín Gallo Espín

C.I: 0201760105



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Diego Benjamín Gallo Espín autor del trabajo de titulación **"Mantenimiento predictivo utilizando la técnica de la termografía en transformadores y alimentadores de la Empresa Eléctrica CNEL EP Bolívar"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Octubre de 2018

A handwritten signature in blue ink, reading 'Diego Gallo Espín', written over a horizontal line.

Diego Benjamín Gallo Espín

C.I: 0201760105



Certificado del director del Trabajo de Titulación.

Certifico que el trabajo de **“Mantenimiento predictivo utilizando la técnica de la Termografía en Transformadores y Alimentadores de la Empresa Eléctrica CNEL EP Bolívar”**, ha sido desarrollado por el estudiante: Diego Benjamín Gallo Espín C.I.: 0201760105.

Cuenca, Julio de 2018.

A handwritten signature in blue ink, reading "Rodrigo Efraín Sempértegui Álvarez". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Ing. Rodrigo Efraín Sempértegui Álvarez

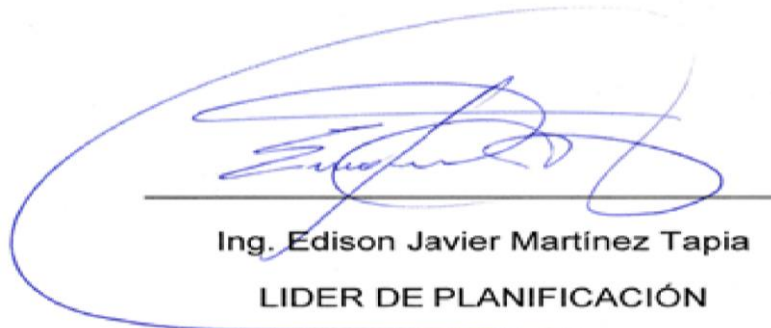
DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Certificado del Tutor del Trabajo de Titulación.

El tutor de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar certifica que el Trabajo de Titulación **“Mantenimiento predictivo utilizando la técnica de la Termografía en Transformadores y Alimentadores de la Empresa Eléctrica CNEL EP Bolívar”**, ha sido desarrollado por el estudiante: Diego Benjamín Gallo Espín C.I.: 0201760105.

Cuenca, Julio de 2018.



Ing. Edison Javier Martínez Tapia
LIDER DE PLANIFICACIÓN
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



ACRÓNIMOS

CNEL	Corporación Nacional de Electricidad
EP	Empresa Pública
KV	Kilovoltios
Al	Aluminio
Cu	Cobre
Sn	Estaño
Mrad	Miliradianes
IFOV	Campo de Visión Instantáneo
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
MV	Medio Voltaje
BV	Bajo Voltaje
UP	Unidad de Propiedades
EEP	Equipos de Protección Personal
NETA	Asociación Internacional de Ensayos Eléctricos
V	Voltios



**ESTA TESIS HA SIDO DESARROLLADA DENTRO DEL CONVENIO ENTRE LA
UNIVERSIDAD DE CUENCA Y CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR.**



AGRADECIMIENTO

“No temas, porque Yo estoy contigo; no desmayes porque Yo soy tu Dios que te esfuerzo; siempre te sustentare con la diestra de Mi justicia” (Isaías 41:10).

Un profundo agradecimiento a mis padres por darme la vida, y en especial a toda mi familia por el apoyo incondicional en todos los momentos del transcurso de mi carrera profesional.

Un agradecimiento al Ing. Rodrigo Sempértegui Álvarez, director de este trabajo quien con su amplia experiencia y ayuda se pudo terminar este proyecto cumpliendo con los objetivos planteados.

Un agradecimiento a la institución donde laboro, Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, en especial al Ing. Edison Martínez y Ing. César Vélez quienes con su apoyo moral me han ayudado para poder obtener información y apoyarme con todas las herramientas necesarias para el desarrollo de este trabajo.

El más sincero agradecimiento a la Universidad de Cuenca en especial a la carrera de Ingeniería, a todos nuestro docentes, compañeros, amigos mis sinceros agradecimientos.

Diego



DEDICATORIA

En este preciso momento, es para mí un Verdadero Honor expresar todo mi agradecimiento y dedicatoria a todas las personas que tiene un lugar especial en mi corazón.

Dedico este trabajo de titulación a mi esposa Mirian Esmeralda a mi hija/o Nathaly Daniela y Jhosthin Jeampier y a mis hermanos(as), por el apoyo brindado, su comprensión en los momentos más difíciles de mi carrera profesional.

A mis padres por guiarme por el camino correcto, enseñarme valores éticos y morales para ser una persona de bien dentro de la sociedad.

Diego



CAPÍTULO I: GENERALIDADES.

1. Introducción.

La electricidad hoy en día constituye un elemento fundamental para el desarrollo de la sociedad y la economía de un país, misma que debe satisfacer la creciente demanda. Sin embargo, no es la energía eléctrica en sí la que tiene valor para las personas sino los servicios que presta. Los servicios energéticos cubren una demanda amplia y variada: iluminación, confort (calefacción, aire acondicionado), refrigeración, comunicación, tecnologías de información, producción de bienes y servicios, entre otros.

Uno de los aspectos que caracteriza el desarrollo de una sociedad es su consumo de energía en todas sus formas y en particular su consumo de energía eléctrica. Esta dependencia de la energía eléctrica se traduce en una demanda de un suministro eléctrico de mayor calidad y disponibilidad. Una pieza clave para lograr estos objetivos es el mantenimiento predictivo-preventivo de las líneas y sistemas de distribución eléctrica, lo cual exige la utilización de procedimientos y equipos de mantenimiento en consonancia con las necesidades actuales. En este sentido, la termografía surge como una tecnología cuya aplicación a la inspección de los sistemas de distribución eléctrica va a ayudar a detectar de forma anticipada posibles averías en los mismos, disminuyendo de esta forma la probabilidad de fallo de la instalación en el futuro.

La termografía es una técnica que permite determinar temperaturas a distancias y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar.

La termografía permite captar la radiación infrarroja del espectro electromagnético, utilizando cámaras térmicas, conociendo todos los datos de las condiciones del entorno humedad, temperatura del aire, distancia del objeto, temperatura reflejada, radiación incidente y otra característica como la emisividad se puede convertir la energía radiada detectada por la cámara en valores de temperatura.



El mantenimiento predictivo con la ayuda de la termografía constituye una herramienta indispensable para la detección de fallas a través de la detección de variación anómala de temperatura en los diferentes equipos y elementos que forman parte del sistema eléctrico.

El mantenimiento eléctrico hoy en día es necesario para muchos aspectos de la vida diaria de una empresa, en cuanto a sus instalaciones se encuentren disponibles y en buen funcionamiento, esto nos indica que el mantenimiento eléctrico debe ser continuo para lograr profundos cambios que se ha ido presentando en los últimos tiempos en el mercado eléctrico, de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

La técnica del mantenimiento eléctrico debe desarrollarse día a día, con la finalidad de optimizar la calidad de servicio entregado a los clientes, reducir costos y tiempos de intervención sobre cualquier instalación de la empresa que se pudiera ver afectada por eventos fortuitos o provocados por terceros.

La Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, está formado por diferentes áreas: Subestaciones, Distribución, Transformadores. Por lo tanto, el presente trabajo se convertirá en una guía técnica práctica para el monitoreo mediante termografía que es un sistema de mantenimiento predictivo moderno que permitirá evitar cortes de energía.

1.1. Antecedentes.

La Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar es una empresa pública dedicada a brindar el servicio de energía eléctrica dentro de su área de concesión de la Provincia Bolívar, y parte de la Provincia de Chimborazo.

Su agencia matriz se encuentra ubicada en las calles Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte de la Parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla en la ciudad de Guaranda provincia de Bolívar y cuenta con diez Agencias, puntos de recaudación y puntos para atención al cliente.

La CNEL EP Bolívar cuenta con una Dirección de Distribución, dentro de ella el área de Mantenimiento encargada de realizar trabajos para el mejoramiento del servicio



público de energía eléctrica acorde a los principios constitucionales de eficiencia, responsabilidad, continuidad, calidad y precio equitativo, en la prestación del servicio público de energía eléctrica.

1.2. Justificación.

El propósito que cumple el plan de mantenimiento predictivo es el de poder anticipar y planificar con precisión todos los requerimientos para poder realizar cualquier tipo de trabajo y evitar la pérdida de energía eléctrica hacia los usuarios.

Todos los usuarios requieren de la Empresa Eléctrica distribuidora altos niveles de calidad y continuidad con el servicio eléctrico; por lo que, la Empresa tiene la obligación de atender a todos los usuarios entregar un óptimo servicio sin interrupciones, motivo por el cual se considera que el presente trabajo de investigación técnica es de mucha importancia, donde se obtiene información para poder mitigar las interrupciones eléctricas debido averías que se presentan en los componentes del Alimentador y sus transformadores de distribución.

El análisis termográfico en alimentadores de distribución permitirá conocer el estado de los equipos en funcionamiento y la temperatura de los mismos en horas de demanda máxima, con la cual se determinará si existen sobrecalentamientos en puntos aéreos de conexiones tanto en medio y bajo voltaje, conectores, bushing de transformadores, entre otros elementos y así poder prolongar su vida útil y evitar los cortes de energía.

Para ello es importante la elaboración de un plan de mantenimiento predictivo mediante la técnica de termografía que servirá como una herramienta para poder detectar falla en los componentes de los alimentadores, las cuales necesitan ser monitoreadas periódicamente y evaluar su comportamiento con el fin de corregir y minimizar las anomalías térmicas, el objeto de medición de la temperatura es uno de los principales parámetros para poder realizar un análisis y diagnóstico, ésta medición de temperatura se realiza sin contacto, esto es utilizando las cámaras termografías que últimamente se ha convertido en un instrumento de análisis y



detección esencial en la resolución de problemas relacionados con el mantenimiento predictivo.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

- Desarrollar el mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de los componentes de los alimentadores de CNEL EP Bolívar.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Conocer y manejar el equipo de inspección (Cámara Termográfica)
- Realizar inspecciones visuales y termografías a los largo de alimentador y transformadores.
- Definir la existencia de puntos calientes en equipos y elementos del Alimentador, esto se realiza en condiciones a plena carga.
- Reportar resultados de las inspecciones termográficas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2. Fundamentos de los sistemas eléctricos de potencia.

Según a. (MOSQUERA AVILA, 2015) Los sistemas Eléctricos de Potencia (SEP'S) son muy importantes para el bienestar de la sociedad moderna, ya que permiten brindar un servicio básico de energía eléctrica con una calidad adecuada.

El punto de inicio de los sistemas eléctricos de potencia son las centrales generadoras que convierte una energía primaria en energía eléctrica; esta energía es transmitida a grandes distancias hacia los centros de consumo mediante los sistemas de transmisión, subestaciones; finalmente, los sistemas de distribución son los responsables de entregar la energía a los consumidores en situaciones adecuadas de voltaje, frecuencia y disponibilidad.

Tradicionalmente los servicios básicos se han centrado con mayor énfasis en mejorar la fiabilidad de la generación y de los sistemas de transmisión. La fiabilidad del sistema de distribución es una área que esta ganado importancia y los objetivos se centran actualmente en mejorar su desempeño, alcanzar una mayor satisfacción del cliente y garantizar que los costos de operación de la red se mantengan bajo control; un SEP'S se presenta en la siguiente figura 2.1.



Figura 2.1 Diagrama esquemático de un SEP.
Fuente: (MOSQUERA AVILA, 2015)

2.1. Conformación del Sistema de Distribución Eléctrica.

Según a (MOSQUERA AVILA, 2015), en términos generales, los sistemas de distribución se componen de los siguientes elementos.

- a) Subestaciones
- b) Sistemas de distribución primarias
- c) Transformadores de Distribución.
- d) Sistemas de distribución secundarias.

En la siguiente figura 2.2, se aprecia un esquema del sistema de distribución eléctrica.

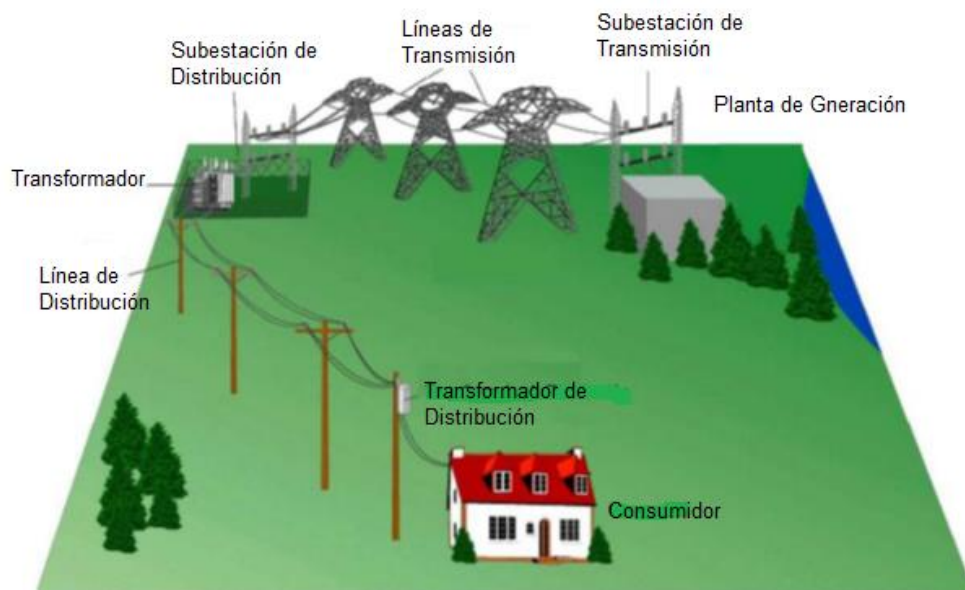


Figura 2.2 Estructura de un Sistema de Distribución.
Fuente: (MOSQUERA AVILA, 2015)

2.2. Subestaciones.

Según (MOSQUERA AVILA, 2015) En las subestaciones empiezan o terminan las redes eléctricas de los sistemas de transmisión y/o subtransmisión, está conformada de grandes transformadores que reducen los voltajes típicos de transmisión o subtransmisión a voltajes más bajos a nivel de 69KV/22KV/13,8KV.



En las subestaciones también están incluidos los equipos de protección como los interruptores de desconexión, disyuntores y relés tanto en el lado de transmisión como en el de distribución, además de pararrayos. A parte de éstos se encuentran los equipos de medición que constituyen los transformadores de corriente y transformadores de potencial; y bancos de condensadores que regulan el factor de potencia.

2.3. Sistemas de distribución primarias.

Según (MOSQUERA AVILA, 2015) Los sistemas de distribución primarios son los que conforman los largos alimentadores que se encargan de suministrar energía a las redes secundarias, a través de los transformadores de distribución. Estos alimentadores pueden ser aéreos o subterráneos. Los alimentadores aéreos están sostenidos sobre estructuras trifásicas o monofásicas, sujetadas en postes de hormigón, madera tratada o fibra de vidrio. Los alimentadores subterráneos son transportados por ductos, según las características técnicas del conductor a utilizarse.

2.3.1. Alimentadores.

Según (MOSQUERA AVILA, 2015) Un sistema de distribución está compuesto principalmente por uno o varios alimentadores con ramificaciones hacia fuera, estos alimentadores se componen de muchos tramos de líneas junto con varios componentes. Por lo tanto, se puede entender que un alimentador tiene varios componentes generalmente conectados en serie y se dispersan en grandes regiones.

Los alimentadores son en su mayoría radiales. En un sistema radial, el flujo de potencia es unidireccional es decir, una única fuente de energía con varias cargas conectadas a lo largo de estos alimentadores. Una interrupción en cualquiera de los componentes se convierte en una perturbación a todos los clientes aguas abajo del elemento fallado.

2.3.2. Poste.

Según enlace (MEER, 2011) Los postes son aquellos que soportan los conductores y demás componentes de una línea aérea separándolos del terreno, estos a su vez están sometidos a fuerzas de compresión y flexión debido al peso de los materiales. Los postes normalizados son: altura (m) 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15 con carga de ruptura (kg) horizontal de poste 350, 400, 500, 600, 675 y 2000 que son normalmente postes circulares de hormigón armado, plástico reforzado con fibra de vidrio que cumpla con las exigencias y características necesarias para su uso en redes de distribución; en la figura 2.3, se presenta los tipos de postes.

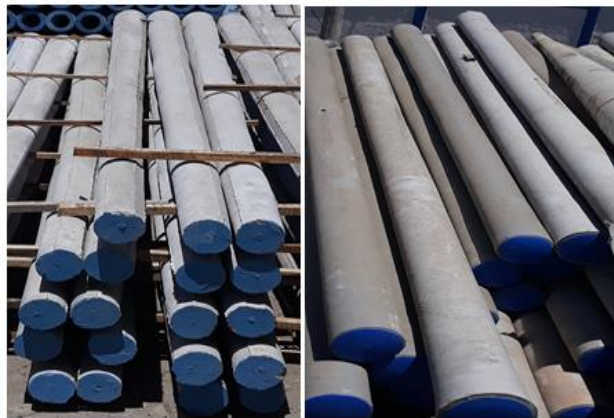


Figura 2.3 Postes de Hormigón y fibra de vidrio.
Fuente: CNEL EP Bolívar.

2.3.3. Conductores

Los conductores que se utilizan en redes de transmisión y distribución son de conductor desnudo Al.

- **Conductor desnudo cableado de Al, tipo ACSR.**

Según (DISPAC, 2015) Son utilizados para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica en áreas urbanas y rurales, este conductor es un material que ofrece poca resistencia al movimiento de la carga eléctrica, el alma de acero de estos conductores está disponible en diversas formaciones, de acuerdo al esfuerzo

de tensión deseado, sin sacrificar la capacidad de corriente del conductor; en la siguiente figura 2 se aprecia el conductor de aluminio tipo ACSR.



Figura 2.4 Conductor desnudo de Al.
Fuente: (MEER, 2011)

- **Conductor Ecológico Semiaislado.**

Según (Muñoz, 2016) Estos conductores tienen una tensión de operación de 15KV a 35KV, ofrecen mayor confiabilidad de operación y compatibilidad con el medio ambiente y son utilizados donde existe alta incidencia de flora y fauna, las cuales está sujeto a normas aplicables NTC 5909 ASTM B232, Certificado RETIE Y NORMA 04885 con una temperatura de operación 90°C, en la figura 2.5, se presenta el conductor de aluminio ecológico semiaislado tipo ACSR.

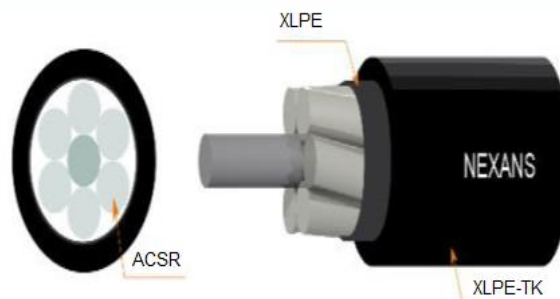


Figura 2.5 Conductor ecológico semiaislado.
Fuente: (Muñoz, 2016)

2.4. Seccionadores.

Según (MEER, 2011) Los seccionadores son utilizados para apertura o cierre sin carga por medio de pértiga que se emplea para la maniobra manual de circuitos; su configuración se muestra en la figura 2.6



Figura 2.6 Seccionador de Línea
Fuente: (MEER, 2011)

2.5. Estructuras en redes aéreas de distribución.

Para este tipo de estructuras se utiliza normalmente crucetas de: 1.50, 2.00 y 2.40m, en las cuales están sujetos los aisladores.

- **Aislador caucho siliconado (polimérico).**

Según (WIKIPEDIA, 2015) Un aislador polimérico es utilizado en líneas eléctricas de transmisión y distribución, como en subestaciones, su núcleo está constituido según la norma IEC 61109 o ANSI C29.11, por fibras de vidrio; de tal forma que se obtenga una resistencia a la tensión mecánica y eléctrica, en la figura 2.7, se observa un aislador polimérico.



Figura 2.7 Aislador polimérico
Fuente: CNEL EP Bolívar

- **Aislador de porcelana tipo cadena.**

Según (GAMMA, 2013) Los aisladores de porcelana están fabricados por proceso húmedo y la superficie expuesta debe cubrirse con un vitrificado de tipo

comprensión duro; que le permite por medio de la lluvia mantenerse libre de polvo o residuos ocasionados por la contaminación ambiental, este tipo de aislador se presenta en la figura 2.8



Figura 2.8 Aislador tipo campana.
Fuente: CNEL EP Bolívar

- **Aislador espiga (pin)**

Según (BAUTISTA TONATO, 2013) Los aislador de porcelana, con radio interferencia, 15 KV, ANSI 56-1 sirve de apoyo y soporte a los conductores y al mismo tiempo los tiene aislado de tierra, en líneas de distribución en zonas con alta contaminación ambiental e industrial y que cumplan con las exigencias y características necesarias para su uso, en la figura 2.9, se presenta el aislador pin.



Figura 2.9 Aislador pin
Fuente: CNEL EP Bolívar

2.6. Transformadores

Según (Ordoñez Sanclemente, 2010) El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética.

2.6.1. Transformador de Distribución.

Según (Ordoñez Sanclemente, 2010) Los transformadores cumplen con la función de reducir el voltaje desde el nivel de medio voltaje (de los alimentadores) a bajo voltaje (voltaje de usuario). Debido a su baja potencia son de tamaño reducido y están diseñados para el montaje en postes o en cámaras de transformación, como se representa en la siguiente figura 2.10.



Figura 2.10 Transformador monofásico y trifásico
Fuente: CNEL EP Bolívar

2.6.2. Mantenimiento del Transformador.

Según (LARA PAZMIÑO, 2017) Es muy importante realizar un mantenimiento a pesar de ser una unidad estática pues en su interior se realiza un proceso dinámico



de tipo termoeléctrico. Su sistema de aislamiento está constituido por el aislamiento líquido (aceite) y el aislamiento sólido (celulosa), materiales que están sometidos a alteraciones químicas bajo la influencia de humedad, oxígeno, calor y catalizados por el material de bobinado (cobre, aluminio) y el hierro.

Por esta razón es importante realizar una inspección periódica para controlar la temperatura de operación del transformador y un examen periódico del aceite, para poder tomar acciones necesarias con el fin de prolongar su vida útil.

El análisis periódico del aislamiento también es una herramienta clave para monitorear el estado del transformador y debe incluirse:

- Termo filtrado al vacío del aceite
- Regeneración del aceite dieléctrico
- Lavado y secado de la parte activa
- Suministro, cambio e implementación de: aceite dieléctrico bushings, válvulas y accesorios.

2.7. Elementos necesarios para montaje de transformador.

Los elementos que se consideran para el montaje de un transformador se detallan a continuación.

2.7.1. Grapa en caliente.

Según (MEER, 2011) Las grapas de operar en caliente son elementos de características geométricas y mecánicas tales que les permiten adaptarse a las limitaciones impuestas por otros elementos. Son elementos mecánicos que trabajan a tracción y deslizamiento, la función es hacer el contacto eléctrico y mecánico del cable de derivación con el cable de la red de media tensión, estos elementos serán empleados a la intemperie.

Las grapas de operar en caliente estarán construidas con materiales de la mejor calidad para ese fin, debiéndose descartar el empleo de materiales alterables por la

humedad, radiación solar y otras condiciones ambientales desfavorables, en la figura 2.11, se presenta una grapa en caliente.



Figura 2.11 Grapa en Caliente
Fuente: (MEER, 2011)

2.7.2. Estribo aleación (Cu, Sn) para derivación.

De acuerdo a (MEER, 2011) Este estribo debe ser resistente al agua, a la intemperie y debe evitar la corrosión galvánica. Debe tener su plasticidad bajo las severas condiciones ambientales y permanecer en la zona de contacto nominal durante períodos de sobrecarga, corrientes de cortocircuito u ondas de sobretensión.

El compuesto no debe deteriorarse con los ciclos térmicos y mantener la resistencia eléctrica de contacto permanente, como se muestra en la figura 2.12.



Figura 2.12 Estribo para derivación, aleación Cu Sn.
Fuente: (MEER, 2011)

2.7.3. Base portafusibles.

Según (Series, 2015) Las bases portafusibles son soportes fijos unipolares para fusibles NH, son de un material de alta resistencia dieléctrica, tienen un excelente poder de corte, protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos gracias a los fusibles con un elevado poder de corte, se presenta en la figura 2.13.

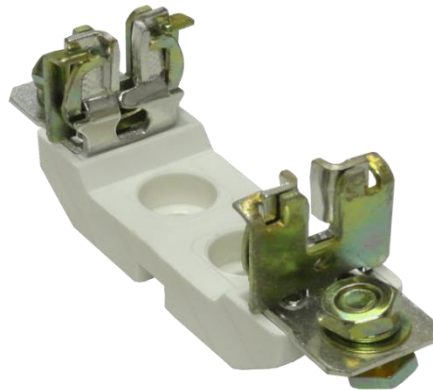


Figura 2.13 Bases porta fusibles
Fuente: (Series, 2015)

2.7.4. Fusibles NH.

Según (Series, 2015) Los fusibles NH también denominados fusibles de cuchilla, son utilizados para proteger las líneas eléctricas, conductores y maquinarias.

Estos están diseñados para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en líneas y redes de uso en general, el siguiente fusible se presenta en la figura 2.14



Figura 2.14 Fusibles NH
Fuente: (Series, 2015)

2.8. Conectores.

Según (BAUTISTA TONATO, 2013) Un conector eléctrico es un dispositivo para unir circuitos eléctricos. Con respecto a los conectores existen diferentes tipos de conectores los más utilizados para red abierta en MV, BV, así como también para red preensamblada.

- **Conector de compresión.**

De acuerdo a (BAUTISTA TONATO, 2013) Estos conectores deberán ser de un material libre de grietas, cavidades, defectos superficiales o internos y de cualquier otra falla que pueda afectar su correcto funcionamiento.

Además estos conectores deben tener un diseño perfecto en toda su construcción para que en el momento de su instalación los puntos que tome contacto no dañe el conductor, como se muestra en la figura 2.15.



Figura 2.15 Conector de Compresión
Fuente: (MEER, 2011)).

- **Conector dentado estanco, doble cuerpo, de 35 a 150 mm² (2 AWG - 300 MCM).**

De acuerdo al enlace (IMELEC, 2016), Estos conectores son utilizados en conductores de cobre o aluminio, no requiere de reajustes periódicos, como se presenta en la figura 2.16.



Figura 2.16 Conector dentado doble cuerpo
Fuente: Bodegas CNEL EP Bolívar.

- **Conector dentado estanco de 25 a 95 mm² (3 - 4/0 AWG).**

Es un elemento de conexión que sirve para cerrar puentes aéreos de conexión en bajo voltaje y/o derivaciones con el neutro corrido del sistema. La figura 2.17, permite visualizar el conector.

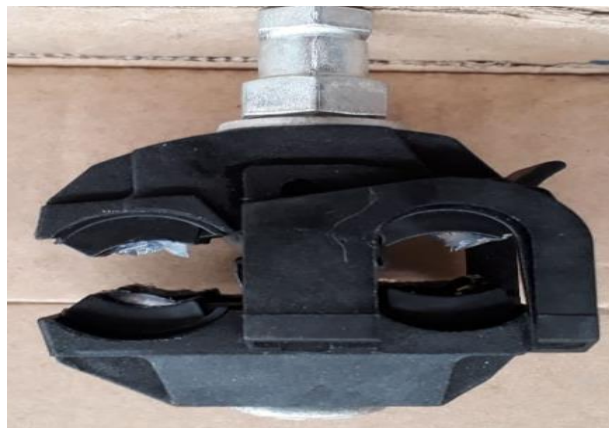


Figura 2.17 Conector dentado estanco.
Fuente: Bodegas CNEL EP Bolívar

2.9. Redes de distribución secundaria

Según a (MOSQUERA AVILA, 2015), las redes de distribución secundarias parten desde los transformadores de distribución hasta los medidores de energía de los puntos de carga. Los consumidores están conectados a través de conductores estos

ya sean aéreos o subterráneos, en la siguiente figura 2.18, se presenta una red secundaria.



Figura 2.18 Red de distribución secundaria
Fuente: CNEL EP Bolívar

2.10. Clasificación de las redes eléctricas en bajo voltaje.

De acuerdo a (DUQUE POSADA, 2016), las redes de bajo voltaje se clasifican de acuerdo a los niveles de voltaje considerado como servicio residencial, comercial, industrial y alumbrado público, que se maneja en CNEL EP Bolívar.

- Monofásico Trifilar 120/240V con punto a tierra.
- Trifásico Tetrafilar 127/220V con punto a tierra.

2.11. Diseño de redes eléctricas de bajo voltaje.

El diseño de redes considera aspectos importantes que se debe tomar en cuenta para que sea segura y confiable.

A continuación se detalla algunas configuraciones de una red eléctrica en bajo voltaje.

- **Red abierta.**

La red abierta puede ser radial, de cargas concentradas o con final ramificado a largas distancias, en la figura 2.19, se presenta una red radial.

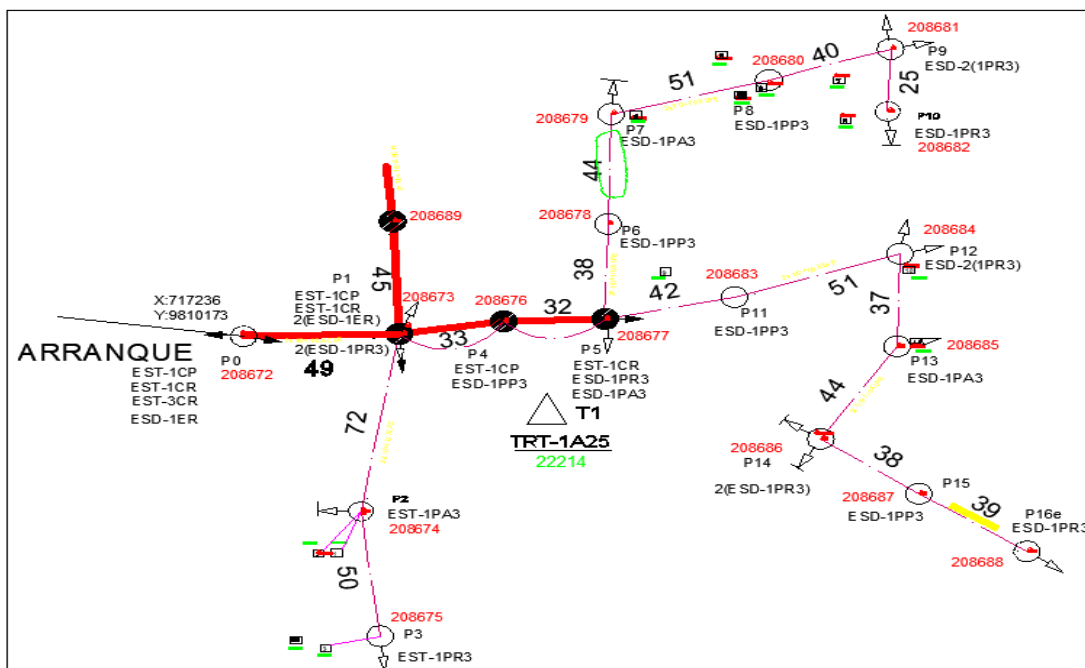


Figura 2.19 Red tipo radial preensablado
Fuente: Departamento Técnico CNEL EP Bolívar.

- **Rede en anillo.**

En el diseño de una red en anillo la corriente se divide, por tanto la capacidad de corriente del conductor disminuye, es decir., el calibre del conductor puede ser menor, en la figura 2.20, se representa una red en anillo.

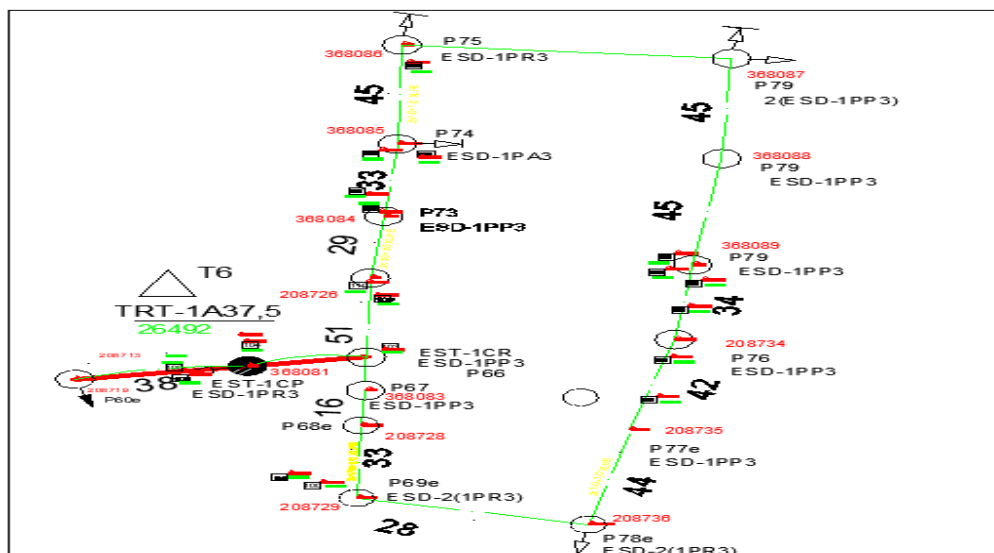


Figura 2.20 Red tipo anillo Preensablado
Fuente: Departamento Técnico CNEL EP Bolívar

2.12. Conductores.

Los conductores que se emplea para red en BV son:

- **Conductor desnudo cableado de Al, tipo ACSR.**

Son conductores que se utilizan en circuitos radiales de grandes distancias. Estos circuitos son de 3 y 4 hilos con neutro puesto a tierra, como se presenta en la figura 2.21.



Figura 2.21 Red de BV con Conductor de Al tipo ACSR
Fuente: CNEL EP Bolívar.

- **Cable preensamblado, aislado tipo XLPE.**

De acuerdo al enlace (Enersis, 2017) Estos cables preensamblados de aluminio, aislados con polietileno reticulado (XLPE), para líneas aéreas en bajo voltaje, pueden ser instalados a la intemperie, en zonas con contaminación ligera, mediana y pesada, fijados en postes o fachadas, de tensión 0,6KV entre fase, según norma ANSI/ICEA, en la siguiente tabla 2.1.; se presenta la sección del cable

Tabla 2.1 Sección de cable preensamblado.
Fuente: (Energis, 2017)

Conductores preensamblado de Al.	
Sección de conductor de fase (mm ²)	Sección de conductor neutro portante (mm ²)
35	50
50	50
70	50

2.13. Importancia del Mantenimiento.

Un plan de mantenimiento de distribución eléctrica bien estructurado y un adecuado mantenimiento de todos los equipos e instalaciones conllevan a una correcta implementación y funcionalidad de los mismos

La importancia del mantenimiento reside en alargar la vida útil de los equipos y reducir los costos de reparación. El mantenimiento e inspecciones ayudan a descubrir fallas que pueden provocar daños en los equipos e incluso siniestros y accidentes que repercutan en la economía e imagen de la empresa. Es por eso que el mantenimiento se da a través de un plan y no como algo imprevisto, a través de varias acciones se logran resultados que optimizan el funcionamiento de las instalaciones de todos los equipos.

2.14. Mantenimiento de la franja de servidumbre.

Según regulación (ARCONEL, 2017) Tiene como finalidad mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico a través de la poda de árboles, malezas, arbustos y todo tipo de vegetación que se encuentre dentro del área de servidumbre de las redes eléctricas.

Se prohíbe dentro de la franja de servidumbre, la siembra de cualquier tipo de árbol o plantas que superen los 6 metros de altura. La empresa eléctrica Distribuidora o transmisora como parte de sus actividades de mantenimiento, deberá determinar toda la vegetación que debe ser talada con un el fin de garantizar que la franja de servidumbre se mantenga limpia de vegetación.

Los árboles que estén fuera de la franja de servidumbre, pero que se encuentren dentro de la proyección de 45° desde cada extremo de la franja, también debe ser talada con el fin de evitar su eventual caída que pudiera afectar las líneas de distribución o transmisión alcanzando los conductores.

Además, en todos los circuitos eléctricos deberán eliminarse elementos extraños al circuito como son: nidos de pájaros, colmenas, hormigueros o basuras que se encuentren adheridos a los postes, estructuras y en conductores eléctricos.

Dentro de la franja de servidumbre está prohibido el levantamiento de construcciones o edificaciones de cualquier tipo, para la cual las empresas de transmisión y de distribución son responsables de operar y mantener las instalaciones eléctricas con el fin de garantizar la calidad y continuidad del servicio eléctrico, como se aprecia en la figura 2.22

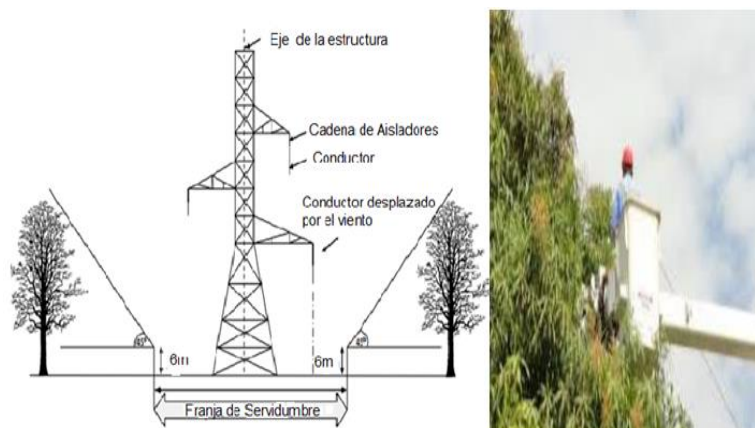


Figura 2.22 Desbroce de vegetación.
Fuente: (ARCONEL, 2017)



2.15. Plan y tipos de Mantenimientos.

Según (Sexto, 2017) El mantenimiento integra un plan de gestión integral, en donde todas las acciones primarias y secundarias se deben cambiar para poder alcanzar los mejores resultados, en la cual se puede realizar una valoración de algunos equipos, reemplazar algunas piezas y realizar una evaluación de todo el equipo, además es importante realizar un inventario para determinar y realizar una sugerencia para la compra de nuevos elementos, repuestos y suministros.

2.16. Tipos de mantenimientos.

Dentro de los tipos de mantenimientos a considerar se tiene los siguientes.

2.16.1. Mantenimiento Rutinario.

Se realiza inspecciones periódicas de las instalaciones, puntualizando los elementos a revisar para determinar si reúne o no las condiciones en las que se encuentra una instalación eléctrica, establece requisitos para su diagnóstico y evaluación, para asegurar una protección adecuada contra problemas como: choques eléctricos, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla o sobretensiones.

2.16.2. Mantenimiento programado.

En este tipo de mantenimiento se programa todo el trabajo que se va a realizar como el arreglo, reparación y/o sustitución de cualquier elemento.

2.16.3. Mantenimiento Preventivo.

Según (Santander, 2010) Mantenimiento programado que se efectúa con el propósito de reducir la probabilidad de fallo y mantener condiciones seguras de operación durante la vida útil que determine el fabricante.

2.16.4. Mantenimiento Predictivo.

Según (Santander, 2010) Son pruebas que se realizan a los equipos con el propósito de conocer su estado actual y pronosticar posibles fallas que podrían



presentarse, el resultado de este mantenimiento nos permitirá tomar acciones correctivas y/o preventivas para optimizar su funcionamiento.

2.16.5. Mantenimiento Correctivo.

Según (Santander, 2010) Es la reparación que se realiza una vez que se ha producido una falla con el objetivo de restablecer el funcionamiento. El mantenimiento correctivo tiene el propósito de reemplazar los elementos o equipos averiados, la sustitución también se da cuando los equipos han cumplido las horas de trabajo para las que fue fabricado.

2.17. Temperatura.

Según (YÉPEZ BENNETT, 2016) La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor medible mediante un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico.

Es el parámetro más medido en la tierra ya que con frecuencia se hace una relación el concepto de temperatura, que tan caliente o frío se siente un objeto cuando se toca, de esta forma los sentidos indican una temperatura cualitativa, sin embargo los sentidos no son confiables y con mucha frecuencia son erróneos.

2.18. Temperatura superficial.

La temperatura superficial depende del balance de transferencia de calor entre la conducción hacia la superficie y el medio extremo, como se muestra en la figura 2.23

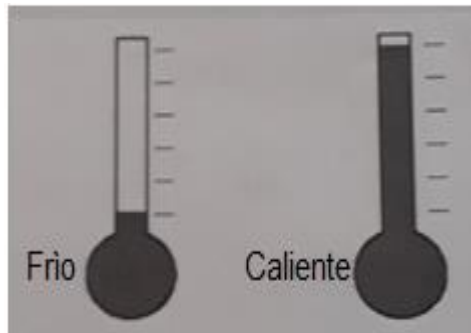


Figura 2.23 Temperatura superficial
Fuente: (YÉPEZ BENNETT, 2016)

2.18.1. Escalas relativas de temperatura.

De acuerdo (YÉPEZ BENNETT, 2016) Las escalas relativas de medición se denominan así porque su lectura se basa en dos temperaturas conocidas como el punto de fusión y punto de ebullición del agua, dentro de las más conocidas se destacan.

- **Grados Celsius.** Este tipo de medición de temperatura es el más ampliamente utilizado, para lo cual se elige al cero (0) como punto de congelamiento del agua y (100) al punto de ebullición, dentro de este intervalo está dividido exactamente en cien partes iguales, y cada una de estas partes corresponde a 1 °C.
- **Grados Fahrenheit.** Dentro de esta escala se tiene divisiones entre los puntos de congelamiento y ebullición del agua en 180 divisiones, específicamente desde los 32°F hasta llegar a los 212°F.

2.18.2. Escalas absolutas de temperatura.

Esta escala de temperatura absoluta hace referencia a la temperatura medida con respecto a una escala iniciada en cero absolutos dentro de la cual se derivan las siguientes escalas.

- **Grados Kelvin.** Al igual que en la escala Celsius, la escala Kelvin toma divisiones iguales que va desde 100 y determina el cero absoluto como punto

de congelación del agua en (273.15K) y su punto de ebullición en 373K , su unidad de medida se le asigna la letra K.

- **Grados Rankine.** Se denomina Rankine a una escala de temperatura que está definida por la medición en grados Fahrenheit sobre el cero absoluto y por ende carece de valores negativos. Esta escala fue propuesta por el físico e ingeniero escocés William Rankine en 1859. El grado Rankin tiene el punto de cero absoluto a -459.67°F y los intervalos de grado son idénticos al intervalo de grado Fahrenheit, así se puede observar en la figura 2.24

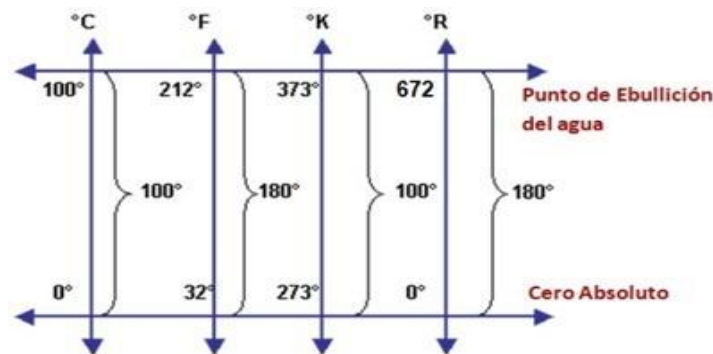


Figura 2.24 División de escalas de temperatura
Fuente: (YÉPEZ BENNETT, 2016)

2.19. Calor.

Según (YÉPEZ BENNETT, 2016) El calor está definido como la energía cinética total de todos los átomos o moléculas de una sustancia que está relacionado directamente con la temperatura, con la diferencia que el calor depende de la velocidad de las partículas, su tipo, su tamaño y su número.

“Calor es la forma de la energía que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia en la temperatura”

Esto indica en la primera ley de la termodinámica o a su vez en el principio de la conservación de la energía ya que en esta ley define el calor como la energía necesaria que debe intercambiar el sistema para compensar las diferencias entre trabajo y energía.

2.20. Métodos de transferencia de Calor.

Según (YÉPEZ BENNETT, 2016) El calor se transfiere y/o se transmite de las cosas más calientes a cosas más frías, si a su vez están varios objetos en contacto con temperaturas distintas, los que están más calientes se enfrían y los que están más fríos se calientan. Tienden alcanzar una temperatura común de igual todos los cuerpos de tres maneras, como se representa en la figura 2.25.

- Radiación.
- Convección
- Conducción

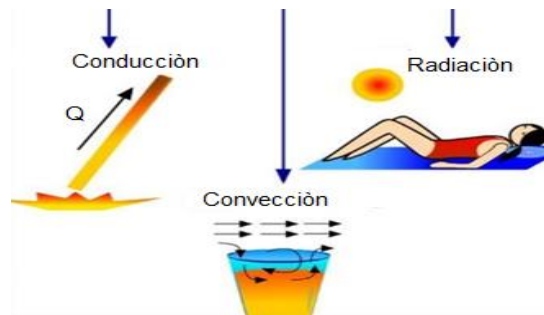


Figura 2.25 Transferencia de calor
Fuente <https://formas.de.transferencia.de.calor>

2.20.1. Transferencia de calor por Radiación.

De acuerdo a (YÉPEZ BENNETT, 2016) Todos los cuerpos emiten radiación térmica como consecuencia de su temperatura puesto que todos los objetos tienen una temperatura distinta, todos emiten radiación térmica. Mientras se encuentran a mayor temperatura mayor será la cantidad emitida de radiación térmica.

La radiación es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas, la transferencia de calor por radiación es la más rápida y a su vez se trasmite a la velocidad de la luz y no sufre atenuación en vacío.



El principal origen de radiación infrarroja es la radiación térmica o el calor, en vista que cualquier objeto que tenga un temperatura sobre el cero absoluto, emite una radiación, cuanto más caliente este el cuerpo mayor cantidad de radiación infrarroja emitirá.

2.20.2. Transferencia de calor por Convección.

según (YÉPEZ BENNETT, 2016) Se caracteriza porque se produce por medio de un fluido (líquido, gas o plasma) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales, la evaporación del agua o fluidos. La convección en sí es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido.

La convección es el modo de transferencia de calor entre una superficie sólida y gases más cercanos que están en movimiento y comprenden los efectos combinados de la conducción y del movimiento del fluido.

2.20.3. Transferencia de calor por Conducción.

según (YÉPEZ BENNETT, 2016) La conducción de calor o transferencia de energía en forma de calor por conducción es un proceso de transmisión de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, por el que el calor fluye desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura que está en contacto con el primero. La propiedad física de los materiales que determina su capacidad para conducir el calor es la conductividad térmica. La propiedad inversa de la conductividad térmica es la resistividad térmica, que es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor.

La transmisión de calor por conducción, entre dos cuerpos o entre diferentes partes de un cuerpo, es el intercambio de energía interna, que es una combinación de la energía cinética y energía potencial de sus partículas microscópicas: moléculas, átomos y electrones. La conductividad térmica de la materia depende de su estructura microscópica: en un fluido se debe principalmente a colisiones aleatorias



de las moléculas; en un sólido depende del intercambio de electrones libres (principalmente en metales).

2.21. El Espectro Electromagnético.

Según (YÉPEZ BENNETT, 2016) Es el rango de todas las radiaciones electromagnéticas posibles. El espectro de un objeto es la distribución característica de la radiación electromagnética de ese objeto.

El espectro electromagnético se extiende desde las bajas frecuencias usadas para la radio moderna (extremo de la banda larga) hasta los rayos gamas (extremo de la onda corta), que cubre longitudes de onda de entre miles de kilómetros y la fracción del tamaño de un átomo. Se piensa que el límite de la longitud de onda corta está en las cercanías de la longitud de Planck, mientras que el límite de la longitud de onda larga es el tamaño del universo mismo, aunque en principio ese espectro sea infinito y continuo.

El espectro de la radiación depende de la temperatura y las propiedades del objeto, a bajas temperaturas las longitudes de ondas de la radiación térmica están principalmente en la región infrarroja y por lo tanto no es observado por el ojo humano. Para el desarrollo de este trabajo práctico se ha considerado trabajar en la región infrarroja, ya que los equipos utilizados, tal como las cámaras termográficas están diseñados para trabajar en esta región, como se observa en la figura 2.26 la zona infrarroja.

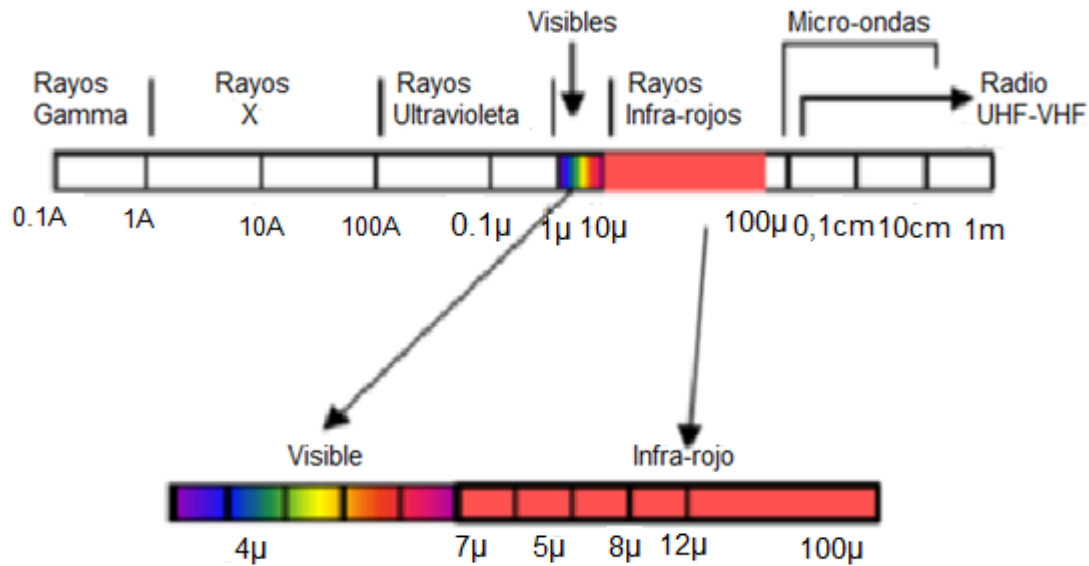


Figura 2.26 Longitud de Ondas Electromagnéticas
Fuente. (YÉPEZ BENNETT, 2016)

2.22. Termografía.

Según (Herschel, 2011) La termografía es una técnica de ensayo no destructivo que se emplea para comprobar la temperatura de un objeto. Este tipo de ensayo es capaz de detectar la temperatura exacta sin necesidad de establecer un contacto físico con el objeto.

2.22.1. Explicación de la Técnica de termografía.

De acuerdo a (Herschel, 2011) El objetivo de esta técnica es crear una imagen térmica utilizando una cámara termográfica que capta la emisión de la radiación infrarroja de los cuerpos calientes.

La inspección termográfica se realiza durante un recorrido de las instalaciones, con la ayuda de una cámara termográfica y se va midiendo todos los elementos que se presentan en una ruta ya establecida.

Cuando se llega a detectar un punto caliente o una anomalía en las instalaciones se graba la imagen térmica para posteriormente realizar un análisis, además se graba la imagen real de campo para ubicar correctamente los elementos.



2.22.2. Objetivos de la termografía.

- Analizar de una manera oportuna y en tiempo real probables fallas que presenten equipos mecánicos, eléctricos, líneas de transmisión, subtransmisión, distribución en su operación normal.
- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad de todos los elementos y equipos a través de acciones dirigidas a evitar paradas no programadas eliminando riesgos y aumentando la seguridad de las personas y equipos

2.22.3. Procedimiento de la termografía.

- Previo a una ruta establecida se dirige a las instalaciones y se ejecuta el trabajo de inspección, utilizando cámaras termográficas debidamente calibradas.
- Procesamiento de la información, previamente grabada en la cámara que se utilizó durante el trabajo, para la cual se utiliza un software que permite realizar cálculos, reportes y análisis de gran importancia.

2.22.4. Resultado de la termografía.

Información precisa en la cual se puede llegar a determinar los elementos que se encuentran en estado crítico y que deben ser tomados en cuenta para su mantenimiento, reparación o reemplazo definitivo y así evitar cualquier tipo de inconvenientes.

2.22.5. Ventajas de la Termografía.

Al utilizar esta tecnología facilita mucha información, para poder tomar algunas decisiones concretas antes de que se produzca algún daño o avería en los diferentes equipos y elementos, esto a su vez reduce los elevados costes de mantenimiento correctivo y así por ende garantiza una alta confiabilidad a las instalaciones.



Esta medición de temperatura sin contacto, ha llegado a ser una alternativa creciente de gran importancia ya que es un método no destructivo y llega a formar parte esencial del mantenimiento predictivo.

2.23. Inspección Termografía Infrarroja.

Según (Herschel, 2011) Es una técnica del mantenimiento predictivo que tiene como finalidad detectar anomalías muy imperceptibles o que no se pueden percibir a simple vista. Se realiza esta inspección a las instalaciones eléctricas, con el objeto de capturar imágenes digitales y térmicas detectadas con sobrecalentamiento. La inspección Termográfica se realiza con los equipos energizados ya que es un elemento necesario del mantenimiento preventivo y predictivo.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero si se utilizan las cámaras termográficas, estas son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, que se puede observar. Esto admite medir la energía radiante presentada por objetos, determinar la temperatura de la superficie a distancia en tiempo real y sin contacto.

2.23.1. Ventajas de mantenimiento predictivo mediante la termografía infrarroja.

De acuerdo a (BAUTISTA TONATO, 2013) se describe algunas ventajas.

- La inspección se realiza en condiciones normales de funcionamiento a larga distancia, por ende no es necesario dejar fuera el sistema de servicio.
- Es importante realizar un estudio y análisis, para que se pueda reducir las pérdidas para la Empresa.
- Los costos de reparación son muy bajos.
- Una vez definido los puntos críticos se valora lo más prioritario para un mantenimiento correctivo.
- Esta técnica aplicable identifica todos los elementos que se encuentran en mal estado.

2.23.2. El análisis que se realiza mediante cámaras termográficas infrarrojas.

- Se analiza en instalaciones y líneas eléctricas de alto y bajo voltaje.
- Las conexiones, bornes, transformadores y empalmes eléctricos
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.

2.24. Cámara Termográfica.

De acuerdo a (BAUTISTA TONATO, 2013) Una cámara termográfica registra la intensidad de radiación en la zona infrarroja del espectro electromagnético y la convierte en una imagen visible, a continuación se representa la cámara en la figura 2.27



Figura 2.27 Cámara Termográfica
Fuente: CNEL EP Bolívar

2.25. Funcionamiento de la cámara.

De acuerdo a (BAUTISTA TONATO, 2013) Una cámara térmica se encarga de transformar la energía térmica en la luz visible, utiliza un lente especialmente diseñado para enfocar la radiación infrarroja que se emite de todos los objetos dentro del campo de visión del lente de la cámara esta se compone de algunos pasos básicos que se detallan a continuación, además se presenta el funcionamiento de la cámara en la figura 2.27.

- La termografía se traduce en impulsos eléctricos.

- Los impulsos eléctricos son enviados a una unidad de procesamiento de señales que se traducen en datos. La unidad de procesamiento de señales es un circuito, que se utiliza para traducir los impulsos eléctricos en datos utilizables.
- Una vez traducida la unidad de procesamiento de señales envía los datos a la pantalla donde se convierte en visible para el espectador.

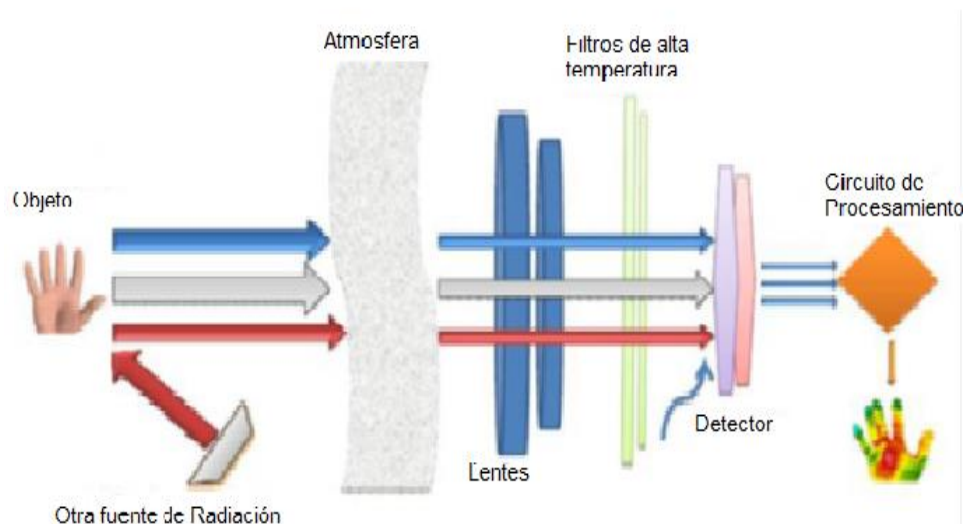


Figura 2.28 Diagrama de funcionamiento de cámara termográfica
Fuente: (BAUTISTA TONATO, 2013).

2.25.1. Componentes de la cámara Termográfica.

Según el enlace (GIMIM, 2018), Una cámara termográfica consta de dos componentes más importantes que son:

- **Lente**

Este lente define el campo de visión en el que la cámara puede detectar radiación infrarroja, además cumple la misión de hacer llegar la cantidad adecuada de radiación infrarroja al detector (sensor).

- **Sensor.**

El sensor en una cámara termográfica consiste en convertir la radiación infrarroja en señales eléctricas, estas señales se envían a un procesador que crea una

imagen visible, a continuación se representa los componentes de una cámara en la figura 2.28

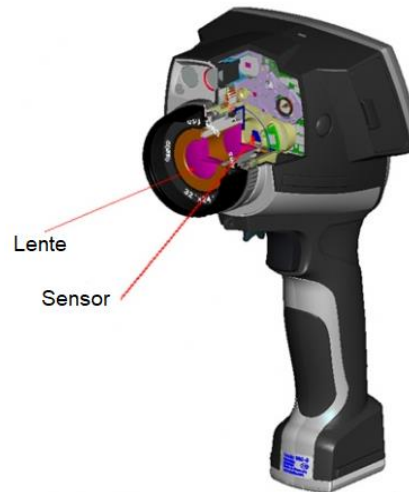


Figura 2.29 Componentes de una cámara
Fuente: (GIMIM, 2018)

2.25.2. Requerimientos que debe cumplir una cámara termográfica.

según (Revillas, 2011) Dentro de los requisitos de detalla los rangos o parámetros de una cámara termográfica.

- La sensibilidad térmica el más pequeño cambio en temperatura $0,06^{\circ}\text{C}$,
- Una Resolución Espacial IFOV; de $2,72$ mrad y una distancia mínima de foco de $0,1$ m.
- La precisión es del $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Rango Dinámico es el rango de variación de temperatura que una cámara puede ver sin saturarse
- Respuesta Espectral.
- Procesamientos de Datos es donde se almacenas todos los datos levantados.
- Grabación de Datos la grabación se realiza automáticamente de todas las imágenes tomadas.



2.26. Detector de Fotones.

Según (Revillas, 2011) Los fotones incidentes de la radiación electromagnética son absorbidos produciendo un efecto foto conductivo que se manifiesta en cargas libres que cambia la conductividad eléctrica del elemento sensor.

2.27. Bolómetro.

según (Revillas, 2011) Instrumento que recibe y mide la radiación emitida por un objeto en todas las longitudes de onda, cuando se usa dos láminas de platino una recubierta con negro de humo y la otra no, al exponer a la radiación solar y medir sus respectivas resistencias eléctricas, la diferencia correspondía a la radiación absorbida por la lámina recubierta, hoy en día este fenómeno se simula utilizando materiales especiales que tienen el mismo comportamiento a nivel electrónico.

2.28. Calibración de una cámara Termográfica.

Según (TERMOGRAM, 2018), La calibración de los equipos proporciona mantener y verificar el buen funcionamiento, garantizar la fiabilidad y trazabilidad de las materiales y responder a los requerimientos establecidos en las normas de calidad y está diseñado de forma que compruebe la medición captada por los sistemas de imagen infrarrojos

Este proceso de calibración a estos equipos se debe realizar en laboratorios acreditados y certificados en condiciones controladas de temperatura y humedad y con lo que se llaman simuladores de cuerpo negro.

2.28.1. Proceso de Calibración en forma manual.

Según (BAUTISTA TONATO, 2013) Una de las técnicas más comunes es congelar agua destilada o simplemente llevarlo a un punto de ebullición y observar la temperatura del envase con su radiometría, para ello se requiere:

- Garantía de que el envase es lo suficientemente grande como para asegurar que el tamaño de su radiometría es inferior a la superficie observada

- Que el envase de superficie observada por su radiometría es plana y perpendicular al plano del observador
- Que la iluminación y otras fuentes de calor impacten mínimamente.

2.29. Factores técnicos que se considerar para operar una cámara.

Según (BAUTISTA TONATO, 2013) Los factores técnicos que son considerados al momento de realizar una inspección termográfica se debe tener en cuenta algunos parámetros técnicos para poder realizar un buen análisis y obtener datos reales.

2.29.1. Enfoque.

de acuerdo a (Revillas, 2011) A la hora de realizar la captura de imágenes de infrarrojos, es importante disponer de un enfoque preciso para obtener una imagen nítida, si la imagen no está bien enfocada, la temperatura medida no será confiable.

Es muy importante tomar la muestra de una imagen térmica bien enfocada, ya que luego no es posible, al momento de realizar el informe correspondiente, ajustar el enfoque, en la figura 2.29, se muestra una imagen desenfocada.

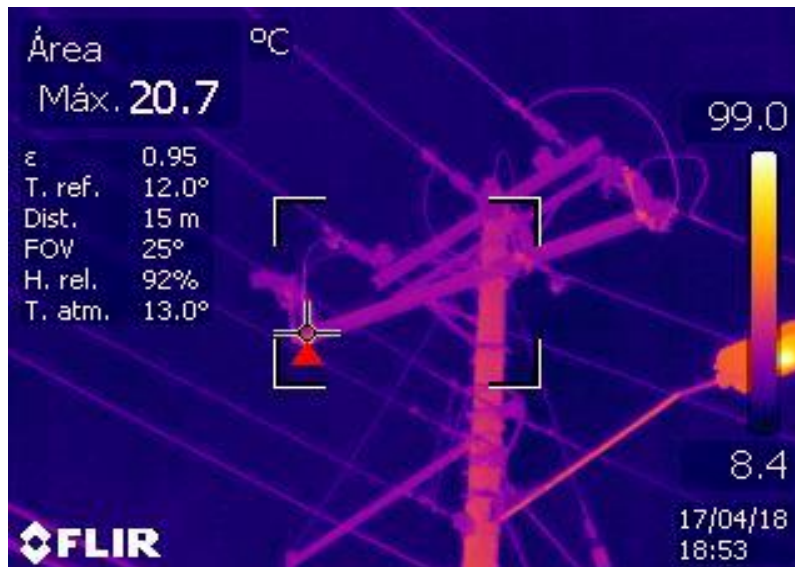


Figura 2.30 Imagen desenfocada
Fuente: Autor.

2.29.2. Rango térmico.

según (Revillas, 2011) La mayoría de los sistemas infrarrojos requieren un rango térmico, porque los objetos que se encuentran fuera de rango son difíciles de captar, por tal razón no podrían ser tomados con precisión las muestras. La medición que se realice en algunos objetos que tengan un rango de temperatura mucho más alta, y si se está utilizando un rango de temperatura más baja del objeto la imagen tomada aparecerá confusa por que no se puede determinar el punto más caliente.

El uso de un nivel adecuado de temperatura siempre proporcionará una mejor imagen para un buen análisis y un informe confiable.

2.29.3. Resolución.

según (Revillas, 2011) La calidad de la imagen o resolución de la cámara es un factor importante, las cámaras que tienen una resolución de alta calidad de 320 x 240 pixeles, incluye una unidad de lente abatible que permite realizar mediciones y toma de imágenes de los objetos desde cualquier ángulo.

Todos los modelos de la serie T FLIR cuentan con una cámara digital integrada de 3.1 megapíxeles.

2.30. Campo de visión instantáneo (IFOV).

De acuerdo a (BAUTISTA TONATO, 2013) El campo de visión instantáneo define el tamaño mínimo que debe tener un objeto, para que se pueda medir a una cierta distancia, el (IFOV) se representa en miliradianes (mrad) como unidad de medida y define el objeto más pequeño que se puede representar en la imagen del visor según la distancia de medición. En termografía, el tamaño de este objeto corresponde a un pixel, como se observa en la figura 2.30

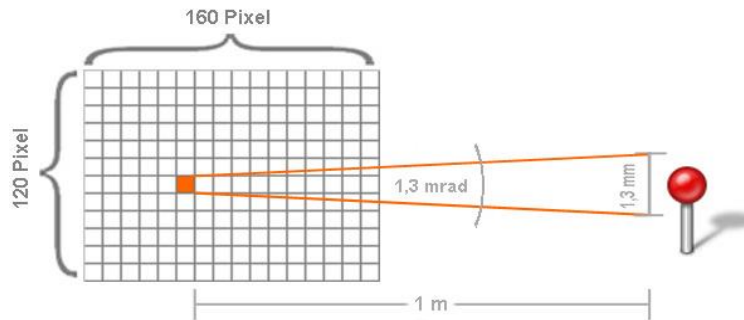


Figura 2.31 IFOV
Fuente <http://www.academiatesto.com.ar/cms/ifov>

2.31. Campo de visión (FOV).

de acuerdo a (Revillas, 2011) El campo de visión de la cámara termográfica describe el área total representada por el detector, se representa el ángulo independientemente de la distancia a la cual se encuentra el objeto. En la práctica es importante tomar un ángulo para poder tener un campo de visión bastante amplio, como se representa en la figura 2.31.

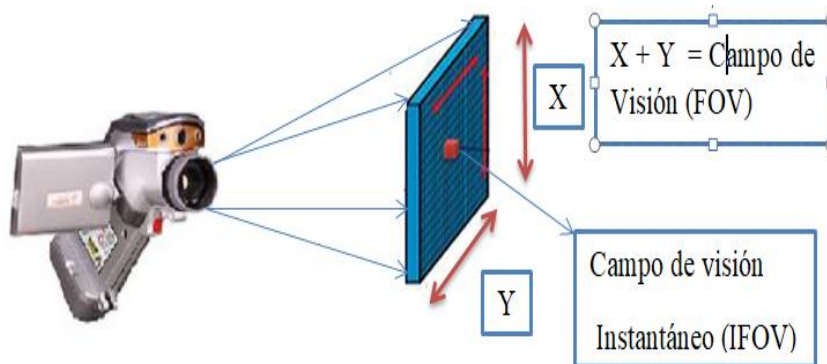


Figura 2.32 IFOV y FOV
Fuente. Autor

2.32. Reflejos o Reflexión.

Según (BAUTISTA TONATO, 2013) Una vez que se identifique un elemento con un posible problema, las imágenes deben ser tomadas desde diferentes ángulos o perspectivas con el fin de evitar dichas reflexiones y poder confirmar que el diagnóstico sea el correcto. Algunos materiales reflejan la radiación térmica del mismo modo que un espejo refleja la luz visible.



2.33. Cuando no se deben realizar una termografía.

No se debe realizar termografía cuando las condiciones meteorológicas puede tener una gran influencia en las lecturas de temperaturas tomadas, para lo cual se considera los siguientes pasos:

- **Luz Solar.-** Los días que no sean de mucha intensidad solar, para evitar toma de muestras defectuosas a causa de la concentración de esta energía solar en los elementos.
- **Viento.-** Los flujos de aire refrigeran el material de la superficie, reduciendo las diferencias de temperatura entre las áreas calientes y las frías.
- **Lluvia.-** Cuando acaba de llover, la evaporación del agua enfría el material de la superficie, esto puede provocar patrones térmicos erróneos.

2.34. Beneficios de la termografía.

- Virtualmente elimina la salida de servicio de energía eléctrica inesperadas
- Permite realizar chequeo de equipos defectuosos durante el período de trabajo
- Se puede descubrir problemas ágilmente sin interrumpir el servicio.
- Permite priorizar para tomar acciones correctivas.

2.35. Factores que limitan e inciden en un análisis termográfico

Según (BAUTISTA TONATO, 2013) los factores son.

2.35.1. Atenuación atmosférica

Según (Revillas, 2011) La atmósfera no es completamente transparente a la radiación infrarroja, para ello existen algunos factores de corrección que siempre están pendientes de una serie de parámetros, tales como la distancia al objeto, humedad relativa, temperatura del aire.



2.35.2. Emisividad (ϵ)

De acuerdo (Revillas, 2011) Es la relación entre la radiación que emite un cuerpo real y la emitida por un cuerpo negro, para una misma temperatura y longitud de onda.

Es la propiedad que indica la eficiencia con que una superficie emite radiación térmica, ya que es fundamental tener claro que es una propiedad de la superficie del objeto, igual que hay materiales que conducen bien la electricidad y otros no, hay superficies que emiten radiación térmica mejor que otras.

- Es el parámetro más importante del objeto
- Es la cantidad de radiación emitida por un cuerpo.
- Es la eficiencia de la radiación
- La emisividad (ϵ) oscila dentro de los rangos de 0.01 y 0.99.

2.33.3 Velocidad del viento.

Cuando se realiza las mediciones externas es muy importante que se tome en cuenta la velocidad del viento, no es recomendable realizar las inspecciones termográficas a más de 8 metros/segundos (m/s) de velocidad de viento.

Además la lluvia tiene un efecto enfriante superficial en los elementos, las mediciones termográficas se pueden realizar con resultados satisfactorios durante una caída de lluvia ligera.

2.36. Optimización de la reducción del riesgo.

De acuerdo a (MOSQUERA AVILA, 2015) La optimización consiste en maximizar la reducción del riesgo y la solución se fundamenta en determinar la disminución del riesgo presentado por cada una de las labores de mantenimiento, una vez que se tiene identificado los puntos críticos mediante el estudio termográfico.

Para poder optimizar la reducción del riesgo de los modos de falla que se pueden presentar, las prácticas comunes de mantenimiento, porcentaje de averías, los

modelos que estiman las tasas de fracaso de los diferentes componentes y las metas alcanzadas por tareas de mantenimiento preventivo para los diferentes elementos de una red de distribución debe considerarse lo siguiente:

2.37. Distancias de seguridad.

Según (Roa., 2015) Las distancias mínimas de seguridad establecidas deben ser cumplidas de acuerdo a los niveles de voltaje, y así garantizando a las personas a no recibir alguna descarga eléctrica, como se presenta en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Tabla de distancias de seguridad
Fuente: (Roa., 2015)

Nivel de Voltaje	Distancia mínima
0 a 50V	Ninguna
Más de 50V hasta 1KV	0,80m
Más de 1KV hasta 33KV	0,80m
Más de 33KV hasta 66KV	0,90m
Más de 66KV hasta 132KV	1,50m
Más de 132KV hasta 150KV	1,65m
Más de 150KV hasta 220KV	2,10m
Más de 220KV hasta 330KV	2,90m
Más de 330KV hasta 500KV	3,60m
<ul style="list-style-type: none">• Estas distancias pueden reducirse a 0,60m, para colocación de objetos en elementos con voltaje dependiendo del nivel de aislamiento, esta distancia se reduce hasta los 33KV.• Estas distancias de seguridad se consideran para trabajos a distancia, no se tendrá en cuenta para trabajos a potencial.	



2.38. Análisis termográfico en redes de Distribución.

De acuerdo a la regulación N° 004/01 del hoy ARCONEL (antes CONELEC), en la cual establece que todas las empresas distribuidoras de energía eléctrica serán las encargadas de suministrar los niveles de calidad de servicio según establece la ley, y además se cumpla con los procedimientos de evaluación y medición de los diferentes índices de calidad.

Según determina la ley orgánica del servicio público de energía eléctrica en su Art. 7. Deber del estado.

“Constituye deber y responsabilidad privada del estado, a través del Gobierno Central, satisfacer las necesidades del servicio público de energía eléctrica y alumbrado público general del país, mediante el aprovechamiento eficiente de sus recursos, de conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Maestro de Electricidad, y los demás planes sectoriales que fueren aplicables” pág. 6.

De acuerdo a estas regulaciones y normativas es deber de la Empresas Distribuidoras, mantener en buen estado todas sus redes de distribución primarias y secundarias en total operatividad y minimizar el riesgo de corte parcial o total del servicio público de energía eléctrica, para ellos se ha planteado un mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía donde se podrá detectar puntos calientes, una vez realizado los informes correspondientes se procederá a realizar un mantenimiento correctivo de acuerdo a los trabajos programados.



CAPÍTULO III: PROCEDIMIENTOS Y RECOPIACIÓN DE DATOS.

3. Equipos utilizados.

Para el levantamiento de información en el campo, se utilizó el equipo cámara FLIR T-400 que permiten obtener un diagnóstico de los elementos que forman parte de un SEP.

Cámara termográfica.

Marca: FLIR

Modelo: T400

Serie: 48802417

3.1. Especificaciones técnicas cámara FLIR T400

Según (Promelsa, 2012), Las especificaciones de la cámara FLIR T400, la cual fue utilizada para la realización de este trabajo se detallan en la siguiente tabla 3.1



Tabla 3.1 Cámara FLIR T-400
Fuente: (Promelsa, 2012).

Características	Detalle
Modelo	FLIR T400
Rango de temperatura	-20 a 1200°C
Precisión	2%
Sensibilidad térmica	0.05°C a 30°C
Dimensiones pantalla a color	3,5" táctil
Resolución del detector (píxeles)	320X240
Detecta temperatura alta/baja	Si
Lentes	Intercambiables
Enfoque	Manual, auto
Puntero laser	Si
Zoom digital	8x

Almacenamiento de imágenes	>1000 imágenes
Resolución de cámara visual	3.1MP
Lámpara de iluminación	Si
Pantalla táctil	Si
Resistencia salpicaduras/polvo	IP54
Duración de batería	>a 4 horas
Peso	880g

3.2. Pasos de encendido de la cámara Termográfica.

De acuerdo a (BAUTISTA TONATO, 2013) Antes de encender la cámara es necesario verificar que todos los componentes estén en buen estado e incluso revisar si la batería está cargada en su totalidad y la tarjeta se encuentre insertado correctamente, como se observa en la figura 3.1.

- Presionar el botón de encendió por el lapso de 3 segundos
- Esperar que aparezca la pantalla de inicio
- Luego en la opción parámetros configuramos la emisividad, temperatura ambiente, distancia y humedad relativa
- Retiramos la tapa del lente
- Finalmente la captura de la imagen, con el gatillo de la cámara para posteriormente guardar la imagen.



Figura 3.1 Menú inicial de cámara termográfica
Fuente: CNEL EP Bolívar.

3.3. Diseño y presentación de informe.

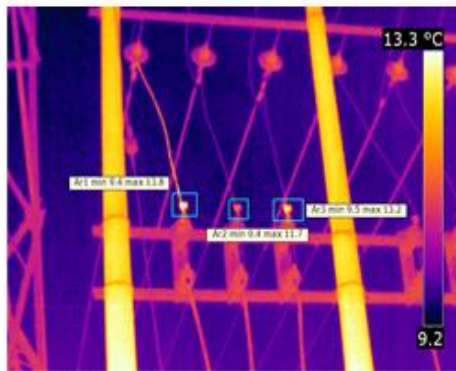
Para la presentación de informes tenemos el software FLIR QuickReport que permite a los usuarios organizar y analizar las imágenes radiométricas de sus cámaras de infrarrojos y presentarlas en un informe.

Las plantillas integradas permiten al usuario optar por incluir dos imágenes infrarrojas o una imagen infrarroja y una foto digital. Las descripciones de las imágenes y los comentarios de texto y voz se pueden transferir automáticamente al informe, como se muestra en la figura 3.2, un modelo de informe.



Informe de inspección

Fecha de informe	29/04/2018	Cliete	CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar
Empresa	CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar	Dirección del sitio	Avda. Guayaquil y Manabi Coloma Roman Norte
Dirección	Guanujo	Persona de contacto	Ing. Roy Ruiz
Termógrafo	Diego Gallo Espín		



Parámetros de imagen y objeto

Comentarios de texto

Modelo de cámara	FLIR T400
Fecha de imagen	17/04/2018 6:37:49 p. m.
Nombre de imagen	IR_1291.jpg
Emisividad	0,95
Temperatura reflejada	12,0 °C
Distancia al objeto	12,0 m

Descripción

Seccionador Barra Salida Alimentador Guanujo Centro.	Imagen Visual Alimentador Guanujo Centro
--	--

Figura 3.2 Pantalla de presentación de informe
Fuente: Autor

3.4. Procedimientos.

El procedimiento que se emplean para el análisis de la termografía se representa en la figura 3.3.

INICIO

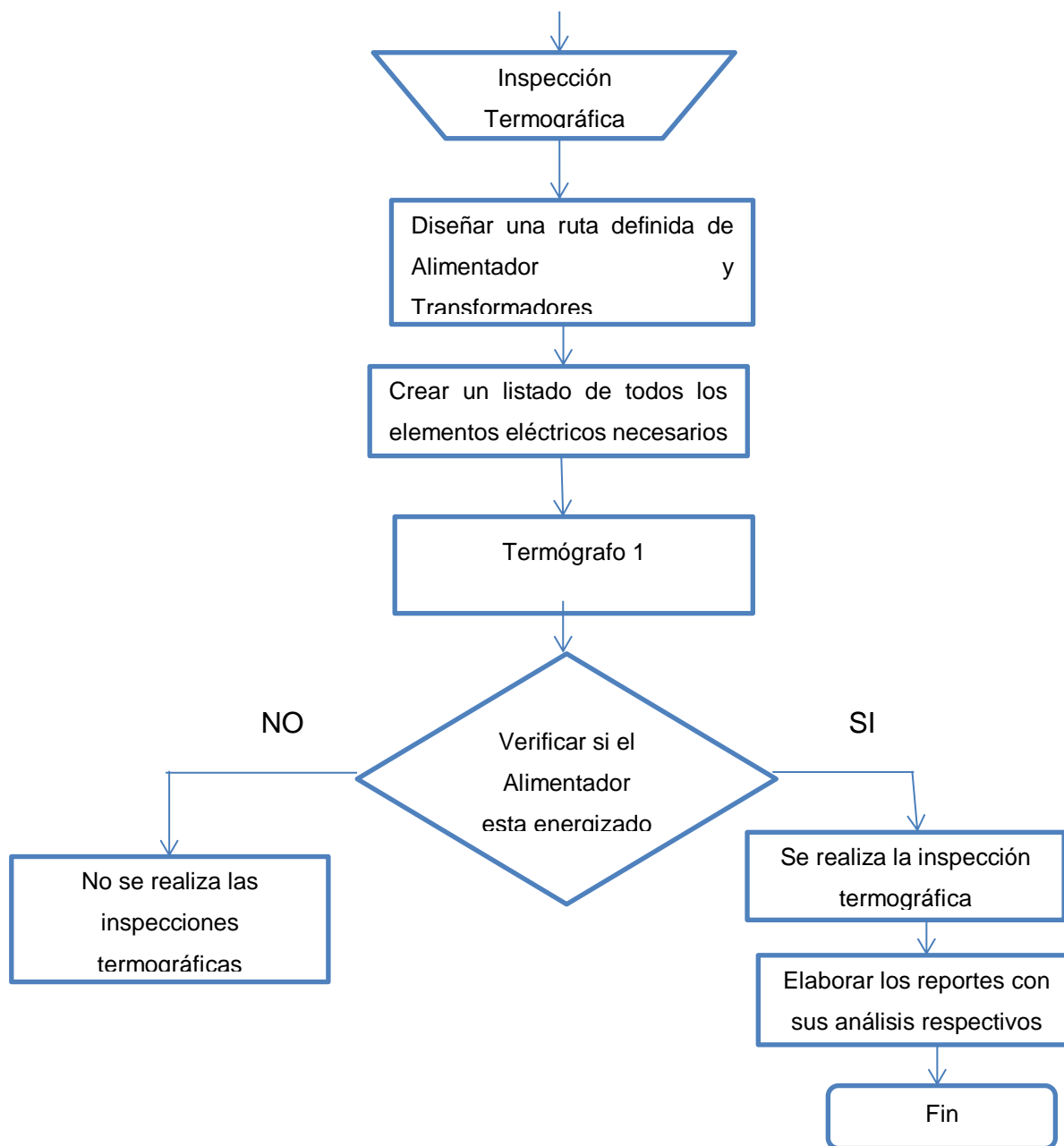


Figura 3.3 Diagrama de flujo
Fuente. Autor.

3.4.1. Procedimientos termográfico en alimentador y transformadores.

- **Datos Generales.**

Tipo: Línea aérea, transformadores, seccionadores.

Tipología: 3X2/0+1X1/0 ACSR.

Voltaje. 13.8KV, 7.96KV, 120V, 127V, 240V.

Institución: CNEL EL UN Bolívar.

3.5. Plan de Mantenimiento Predictivo.

Para el inicio del programa de mantenimiento predictivo se utiliza el flujo grama que se representa en la figura 3.4

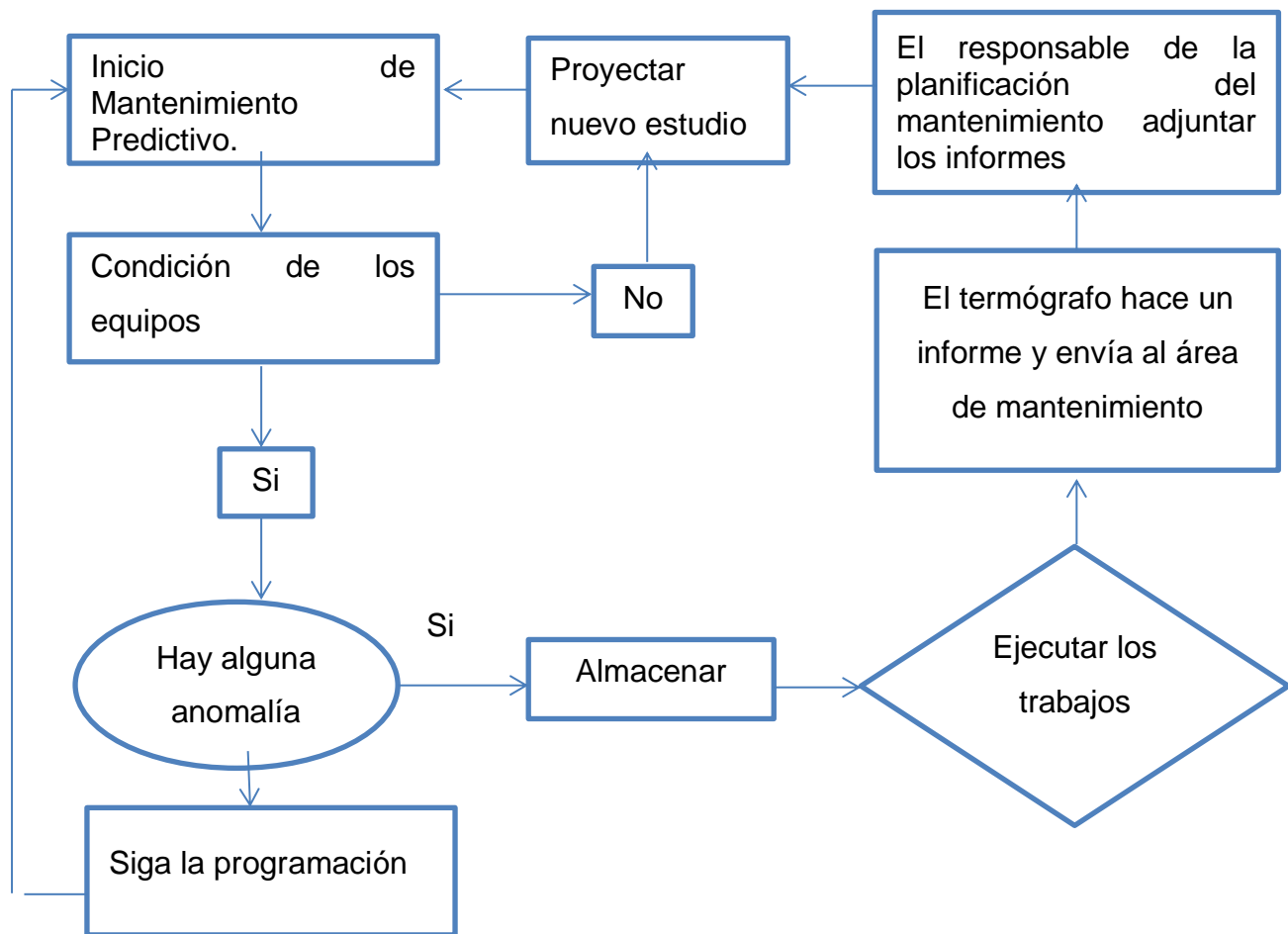


Figura 3.4 Diagrama de procedimiento
Fuente. Autor

La frecuencia de las inspecciones se basa en diversos factores, como son la seguridad y la importancia crítica del equipo así como también el costo y la frecuencia con que los problemas impactan en la producción o el mantenimiento.

Una vez que se cumpla este plan de mantenimiento, es trascendental definir con qué frecuencia se debe realizar las inspecciones termográficas como se presenta en la tabla 3.2

Tabla 3.2 Frecuencia de Inspecciones
Fuente: Autor.

Inspecciones	Frecuencia
Patio de subestaciones	1 vez al año
Salidas de alimentadores	1 vez al año
Seccionadores	Cada 6 meses
Puntos de conexión MV	Cada 6 meses
Transformadores	Cada 6 meses
Puntos de conexión BV	Cada 6 meses

- **Etapas del plan de mantenimiento predictivo basado en termografía.**

Las etapas para un plan de mantenimiento predictivo se presenta en la figura 3.5, representada en un flujo grama.

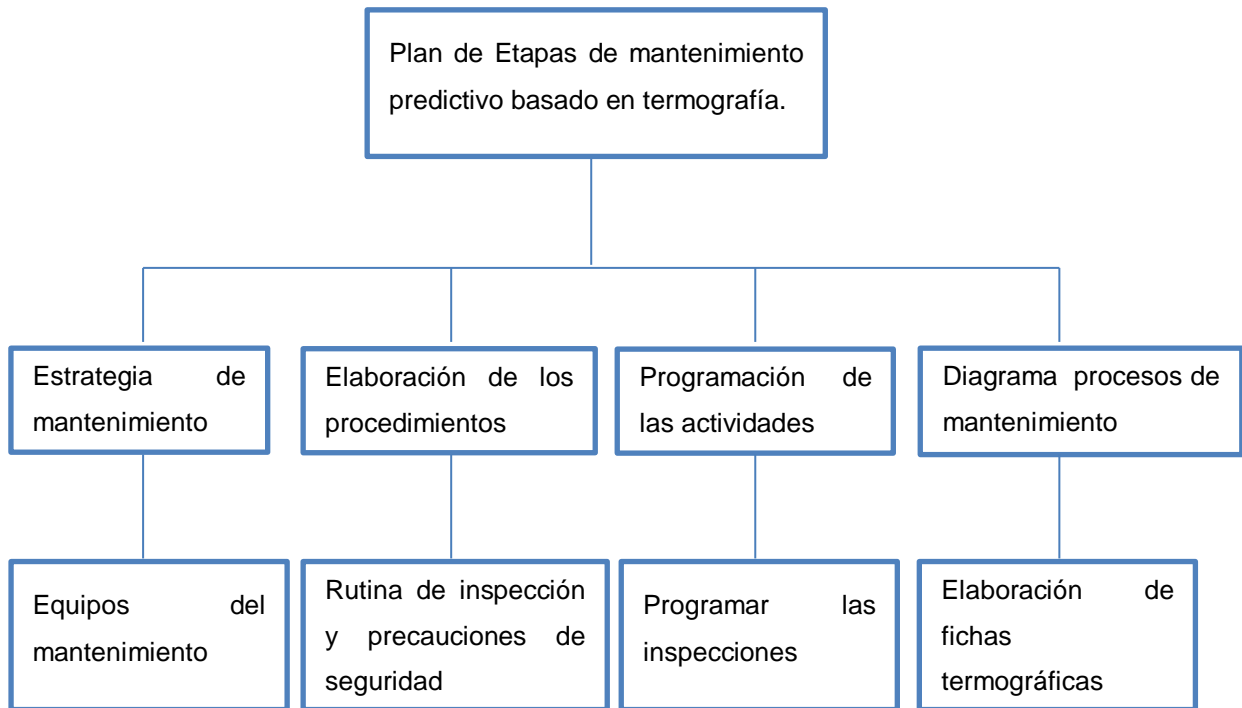


Figura 3.5 Diagrama de etapas de un plan de mantenimiento.
Fuente: Autor.

3.6. Responsables a cargo de la inspección termográfica.

- Líder de mantenimiento.
- Termógrafo nivel I
- Técnico de mantenimiento

3.6.1. Procedimientos para llevar a cabo una inspección termográfica.

1. Conformar un equipo mínimo de dos personas.
2. Utilizar el equipo de protección personal EPP, para evitar accidentes de trabajo.
3. No portar elementos metálicos como: relojes, anillos cadenas y celulares.
4. Tener a mano una linterna porque las inspecciones se realiza en general por la noche.
5. Mantener las distancia de seguridad.



6. Verificar que los equipos a inspeccionar estén operando a un 50% de su carga nominal.

3.7. Inspección en alimentador y transformadores en la Noche.

El análisis termográfico se realizó en horas pico por la noche del 17 al 19 de Abril del presente año en la cual se consideró algunos parámetros:

- Distancia 12m,
- Emisividad de 0,95,
- Humedad relativa 90%
- Temperatura ambiente 12°C.

3.7.1. Rutas de inspección para alimentador Primario.

Para llevar a cabo trabajo se define una hoja de ruta de actividades con el objetivo de especificar todos los equipos a los cuales se les procederá a realizar el análisis termográfico, es así que se estableció la siguiente rutina de inspecciones termográficas:

Los responsables para realizar el trabajo deberán seguir la siguiente hoja de ruta para el análisis de los elementos a intervenir mediante la termografía para poder comprobar su estado de funcionamiento, la cual se presenta en la siguiente tabla 3.3

Tabla 3.3 Formulario de reportes para alimentadores.
Fuente: Autor.



CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR
FORMULARIO DE REPORTE DE NOVEDADES

Departamento: Técnico Jefe de Grupo. Sr.....
Sección : Distribución Fecha:.....
Jefe de área : Ing.....

ITEM	Actividad a Realizar	Dispositivo	Observaciones
1	Medir la temperatura en las mufas de salida de los alimentadores.		
2	Medir la temperatura en los seccionadores tipos barras.		
3	Medir la temperatura en los puntos de conexión de las redes en medio y bajo voltaje.		
4	Realizar un análisis termográfico en los aisladores del alimentador.		
5	Medir la temperatura en los puentes aéreos en MV.		
6	Realizar análisis termográfico en los Portafusibles de MV		
7	Medir la temperatura en los bushing de los reconectores.		
8	Realizar medición termográfico en puentes aéreos de retención.		
9	Medir la temperatura en los Portafusibles de transformadores.		
10	Medir la temperatura en los conectores de BV		




3.8. Rutas de inspección para Transformadores.

El formulario para el registro de todas las anomalías encontradas en los transformadores de distribución, se presenta en la siguiente tabla 3.4

Tabla 3.4 Formulario de reportes para transformadores.

Fuente: Autor.

CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR FORMULARIO DE REPORTE DE NOVEDADES			
			
Departamento: Técnico		Jefe de Grupo. Sr.....	
Sección : Distribución		Fecha:.....	
Jefe de área : Ing.....			
ITEM	Actividad a Realizar	Dispositivo	Observaciones
1	Realizar análisis termográfico al transformador y sus componentes.		
2	Medir la temperatura en los portafusibles		
3	Medir la temperatura en los estribos de derivación		
4	Medir la temperatura en los conectores de los pararrayos		
5	Medir la temperatura en los bushing de salida		
6	Medir la temperatura en los conectores de línea		
7	Medir la temperatura en los fusibles NH en el lado secundario		

Una vez que se tenga todas las hojas de reportes de las inspecciones realizadas en condiciones normales, se toma como referencia la norma (ANSI/NETA ATS-2009), para definir los criterios de severidad de los componentes que se encuentren con incoherencias en su estado de funcionamiento, como se presenta en la tabla 3.5

Tabla 3.5 Clasificación de las fallas según las temperaturas.

Fuente: (Leaño Zurita, 2017).

Nivel	Temperatura Medida	Calificación	Acción
1	De 1°C a 10°C O/A ó De 1°C a 3°C O/S	Posible deficiencia	Se requiere más información
2	De 11°C a 20°C O/A ó De 4°C a 15°C O/S	Probable deficiencia	Reparar en la próxima parada disponible
3	De 21°C a 40°C O/A ó >15°C O/S	Deficiencia	Reparar tan pronto como sea posible
4	>40°C O/A >15 °C O/S	Deficiencia mayor	Reparar inmediatamente

O/A.- Over Ambiente.- (sobretemperatura ambiente).

O/S.- Over Similar.- (Sobretemperatura de un cuerpo similar en condiciones normales).

3.9. Análisis termográfico en Alimentador Primario Guanujo Centro.

Los análisis del alimentador Guanujo Centro se presenta en las siguientes tablas que se detallan a continuación, con sus respectivos informes de los elementos a intervenir con el mantenimiento predictivo.

Tabla 3.6 Informe termográfico en Salida Alimentador Primario poste N° 220041.
Fuente: Autor


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	220041 – 220042	TERM - 001			
Tipo de Estructura	EST – 3HR	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721530	Y= 9828197		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	6:37:49 p. m.		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	11.7	13.8	2.1
		Ar2	11.7	11.7	0.0
		Ar3	11.7	13.2	1.5
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase			
Nivel	1	A	B	C	
Calificación NETA	Posible deficiencia	56	34	39	
Acción	Se requiere más información				

Figura. INSPECCION VISUAL Poste N° 220041

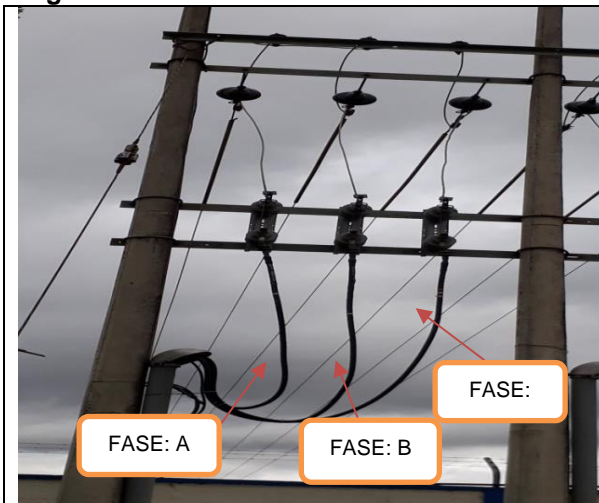
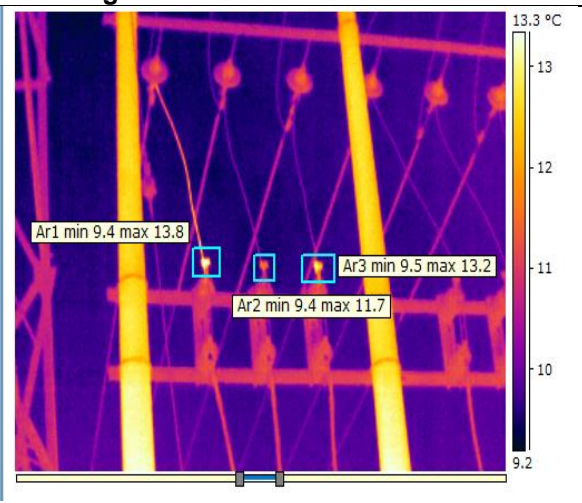


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS.- Se encuentra en temperaturas normales a excepción de la Fase A que existe una temperatura mayor en la salida del seccionador

Posibles Causas.	Sugerencias
Desbalance de Fases Conexiones flojas Calibre de conductor	Balace de fases Reajustes de conexiones

Descripción de Imagen. Seccionador Barra Salida Alimentador Guanujo Centro.Ar1, Ar2, Ar3, Los elementos marcados en la imagen, se encuentran en condiciones de temperatura normal, por consiguiente presenta alguna anomalía en la Fase A

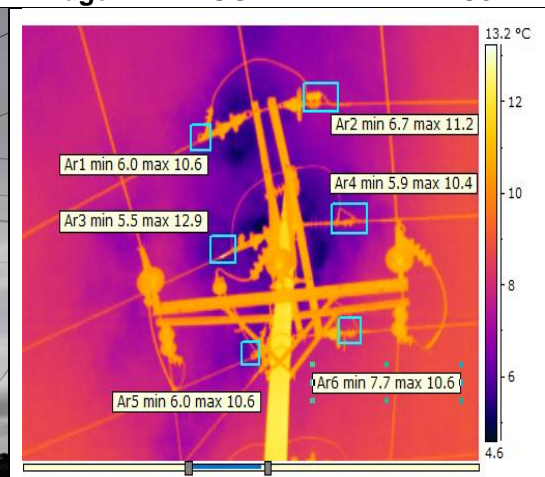
Tabla 3.7 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 216383.
Fuente: Autor.

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	216383	TERM - 002			
Tipo de Estructura	EST – 3CD	Coordenadas			
Fecha Inspección	17/04/2018	X=721517		Y= 9828098	
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.		6:47:06 p. m.	
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	10.4	10.6	0.2
		Ar2	10.4	11.2	0.8
		Ar3	10.4	12.9	2.5
		Ar4	10.4	10.4	0
		Ar5	10.4	10.6	0.2
		Ar6	10.4	10.6	0.2
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase			
Nivel	1	A	B	C	
Calificación NETA	Posible deficiencia	57	34	41	
Acción	Se requiere más información				

Figura. INSPECCION VISUAL Poste N° 216383



Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS.- Se encuentra temperaturas mayores en las fases B con respecto a la fase A y C.

Descripción de Imagen. Punto de conexión .Ar1, Ar2, Ar3, Ar4, Ar5, Ar6, en la fase B Ar3 se observa una temperatura más alta en referencia a las otras.

Posibles Causas.	Sugerencias
Daño o fatiga de conducto en grapa Pistola de Fase B	Colocar cinta de armar y cambio de grapa pistola

Tabla 3.8 Informe termográfico de Alimentador Primario N° 216380.
Fuente: Autor.


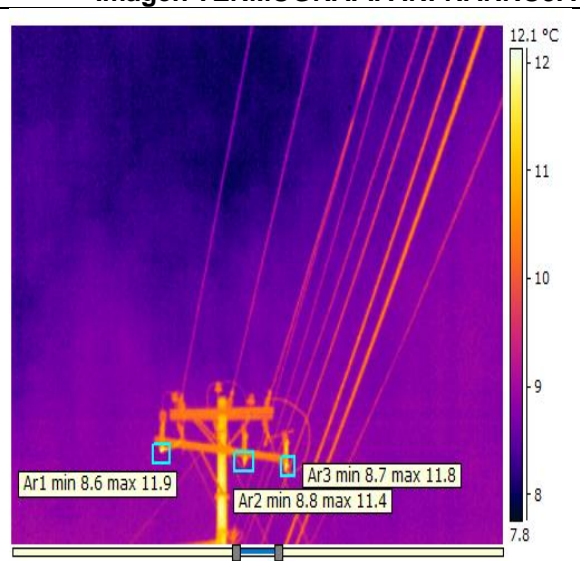
CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR			
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín	
Número de Poste	216380	TERM - 003	
Tipo de Estructura	EST – 2(3CR)	Coordenadas	
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721489	Y= 9828053
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	6:52:42 p. m
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)			
Emisividad	0.95	Medición	
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta	
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C Max °C ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	11.4 11.9 0.5
		Ar2	11.4 11.4 0.0
		Ar3	11.4 11.8 0.4
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase	
Nivel	1	A	B C
Calificación NETA	Posible deficiencia	57	34 41
Acción	Se requiere más información		

Figura. INSPECCION VISUAL Poste N° 216380

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS. En los seccionadores N° 10935 no se observa ninguna anomalía

Descripción de Imagen. Seccionador porta fusibles Ar1, Ar2, Ar3, de los elementos se observa un rango de temperatura normal.

Posibles Causas.	Sugerencias
Ninguna	Reajustes de conectores en salida de seccionadores

Tabla 3.9 Informe termográfico de Alimentador Primario Puente Aéreo.
Fuente: Autor.

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	-----	TERM - 004			
Tipo de Estructura	Puente aéreo Medio Voltaje	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721492	Y= 9827364		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:10:30 p. m		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	11.5	12.7	1.7
		Ar2	11.5	11.5	0.0
Criterios Norma NETA			Corrientes por Fase		
Nivel	1	A	B	C	
Calificación NETA	Posible deficiencia	61	36	42	
Acción	Se requiere más información				

Figura. INSPECCION VISUAL

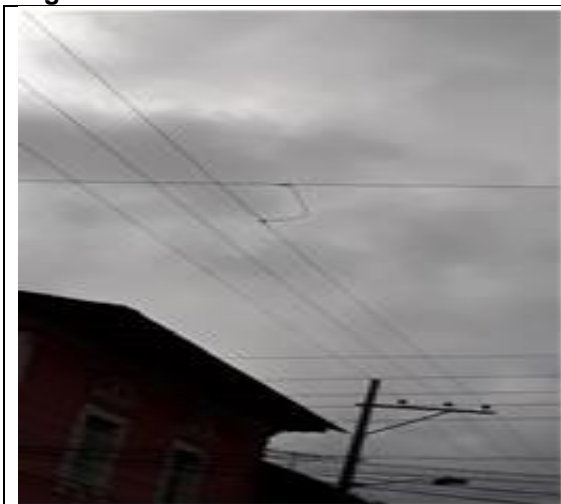
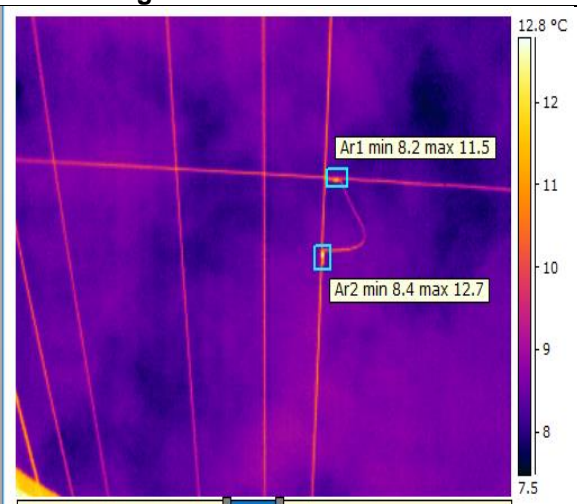


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS.- Se encuentra temperaturas normales en puente aéreo de derivación monofásica

Descripción de Imagen Punto de conexión aéreo Ar1, Ar2, se observa en los conectores de compresión que no existe mayor temperatura

Posibles Causas.	Sugerencias
Ninguna	Inspección periódica

Tabla 3.10 Informe termográfico Seccionador Barra Poste N° 375025
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR			
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín	
Número de Poste	375025	TERM - 005	
Tipo de Estructura	EST – 3VD	Coordenadas	
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721476	Y= 9827330
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:13:13 p. m
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)			
Emisividad	0.95	Medición	
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta	
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C Max °C ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	13.0 13.0 0.0
		Ar2	13.0 14.6 1.6
		Ar3	13.0 14.6 1.6
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase	
Nivel	1	A	B C
Calificación NETA	Posible deficiencia	61	37 42
Acción	Se requiere más información		

Figura. INSPECCION VISUAL

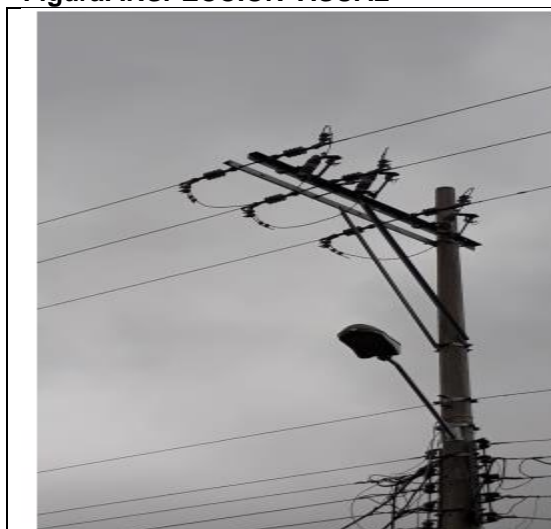
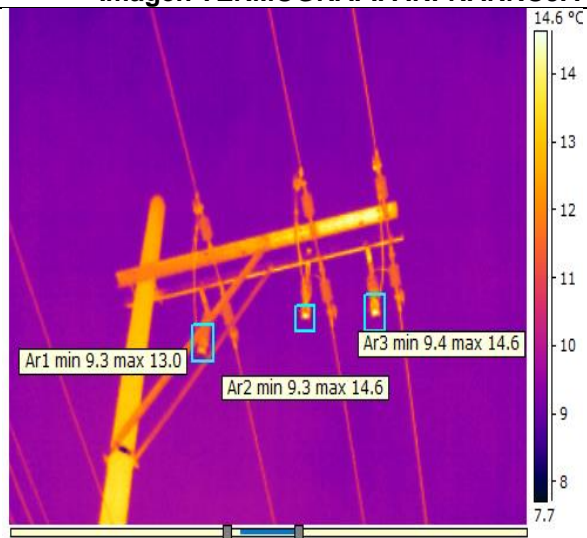


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANÁLISIS.- Seccionadores barras y puntos de conexión no presentan ninguna observación se encuentran los conectores machinados.

Descripción de Imagen. Se observa en Ar1, Ar2, Ar3, de los seccionadores barra que se encuentra a una temperatura normal.

Posibles Causas.	Sugerencias
Ninguna	Realizar inspección periódica

Tabla 3.11 Informe Inspección Visual Estructura de Madera Poste N° 216574.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR			
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín	
Número de Poste	216574	TERM - 006	
Tipo de Estructura	EST – 3VP	Coordenadas	
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721480	Y= 9827226
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	10:10:12 a. m
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)			
Emisividad	0.95	Medición	
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta	
Humedad Relativa	90.0%	Estructura	T. Ref. °C Max °C ΔT °C
Distancia	12.0 m		
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase	
Nivel		A	B C
Calificación NETA		61	37 42
Acción			

Figura. INSPECCION VISUAL


					
<p>ANÁLISIS.- Se observa que la estructura 3VP es de madera tratada en mal estado con aislador Pin ANSI 54.5</p>					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Posibles Causas.</th> <th style="width: 50%;">Sugerencias</th> </tr> <tr> <td> Corte de servicio de suministro eléctrico. Daño a terceros por algún corto circuito. Afectación a los índices de calidad de energía. </td> <td> Cambio de estructura lo más rápido posible. Se sugiere realizar en caliente con un grupo operativo para que no se vea afectado los índices de calidad. </td> </tr> </table>	Posibles Causas.	Sugerencias	Corte de servicio de suministro eléctrico. Daño a terceros por algún corto circuito. Afectación a los índices de calidad de energía.	Cambio de estructura lo más rápido posible. Se sugiere realizar en caliente con un grupo operativo para que no se vea afectado los índices de calidad.	
Posibles Causas.	Sugerencias				
Corte de servicio de suministro eléctrico. Daño a terceros por algún corto circuito. Afectación a los índices de calidad de energía.	Cambio de estructura lo más rápido posible. Se sugiere realizar en caliente con un grupo operativo para que no se vea afectado los índices de calidad.				

Tabla 3.12 Informe termográfico de Alimentador Primario Puente de conexión BV.
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	-----	TERM - 007			
Tipo de Estructura	Punto de Conexión aéreo Bajo Voltaje	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721479		Y= 9827192	
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.		7:18:27 p. m	
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	11.4	11.4	0.0
		Ar2	11.4	42.0	30.6
		Ar3	11.4	21.8	10.4
		Ar4	11.4	12.6	1.2
Criterios Norma NETA			Corrientes por Fase		
Nivel	4	A	B	C	
Calificación NETA	Deficiencia Mayor	63	36	42	
Acción	Reparar Inmediatamente				

Figura. INSPECCION VISUAL

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA


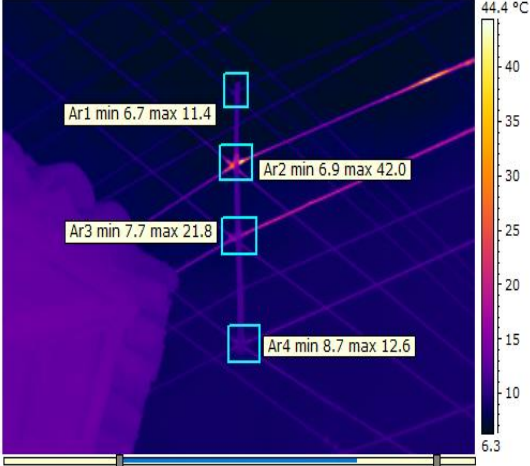
			
ANALISIS. Se observa que es necesario realizar un nuevo mallado utilizando conectores		Descripción de Imagen Punto de conexión aéreo Ar1, Ar2, Ar3, Ar4 se observa que existe mayor temperatura en Ar2 y Ar3 del mallado	
Posibles Causas.	Sugerencias		
Entorches en mal estado. Daño dilatación del conductor.	Utilizar conectores para mallado Cambio de red abierta a preensamblado		

Tabla 3.13 Informe Inspección Visual Estructura de Madera Poste N° 216573.

Fuente: Autor.

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR			
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín	
Número de Poste	216573	TERM - 008	
Tipo de Estructura	EST – 2(3CR)	Coordenadas	
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721510	Y= 9827196
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	10:03:13 a. m
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)			
Emisividad	0.95	Medición	
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta	
Humedad Relativa	90.0%	Estructura	T. Ref. °C Max °C ΔT °C
Distancia	12.0 m		
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase	
Nivel	1	A	B C
Calificación NETA	Posible deficiencia	63	36 42
Acción	Se requiere más información		

Figura. INSPECCION VISUAL


	
<p>ANALISIS. Estructura de madera en mal estado, con aisladores campana de retenida clase ANSI de 6 y 12 pulgadas que ya no son utilizados de acuerdo a la homologación de las propiedades de los materiales dispuestos por el MEER.</p>	
Posibles Causas.	Sugerencias
Provocación de un corto circuito por estructura en mal estado	Es necesario se realice el cambio de estructura en caliente y no se afecte los índices de calidad. Utilizar las estructuras homologadas de construcción, en vista que es un punto de transferencia de carga se sugiere se realice el cambio inmediato

Tabla 3.14 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 216679.
Fuente: Autor.

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR			
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín	
Número de Poste	216679	TERM - 009	
Tipo de Estructura	EST – 2(3CR)	Coordenadas	
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721468	Y= 9826803
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:26:18 p. m
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)			
Emisividad	0.95	Medición	
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta	
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C
Distancia	12.0 m	Ar1	11.0
		Ar2	11.1
		Ar3	18.1
			7.1
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase	
Nivel	2	A	B
Calificación NETA	Probable Deficiencia	66	37
Acción	Reparar en la próxima parada disponible		

Figura. INSPECCION VISUAL Poste N| 216679 Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA


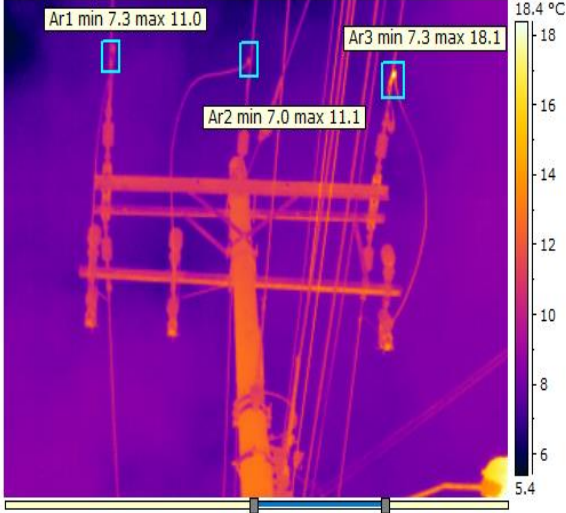
					
<p>ANALISIS. Se observa que en la Fase C existe un punto caliente por conector ranuras paralelas en mal estado seccionador N° 10654</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Posibles Causas.</th> <th>Sugerencias</th> </tr> <tr> <td>Daño de conector, contacto falso y/o se encuentra con corrosión.</td> <td>Realizar cambio de conector, utilizar conectores de comprensión machinados</td> </tr> </table>	Posibles Causas.	Sugerencias	Daño de conector, contacto falso y/o se encuentra con corrosión.	Realizar cambio de conector, utilizar conectores de comprensión machinados	<p>Descripción de Imagen. Punto de conexión de la Salida de seccionador Ar3 al punto de conexión con la red se encuentra con mayor temperatura.</p>
Posibles Causas.	Sugerencias				
Daño de conector, contacto falso y/o se encuentra con corrosión.	Realizar cambio de conector, utilizar conectores de comprensión machinados				

Tabla 3.15 Informe termográfico Derivación Monofásica Poste N° 352049.
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	352049	TERM - 010			
Tipo de Estructura	EST- 1CR	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721399	Y= 9826462		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:29:38 p. m		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	10.2	11.3	1.1
		Ar2	10.2	10.6	0.4
		Ar3	10.2	10.2	0.0
Criterios Norma NETA			Corrientes por Fase		
Nivel	1	A	B	C	
Calificación NETA	Posible deficiencia	66	37	43	
Acción	Se requiere más información				

Figura. INSPECCION VISUAL

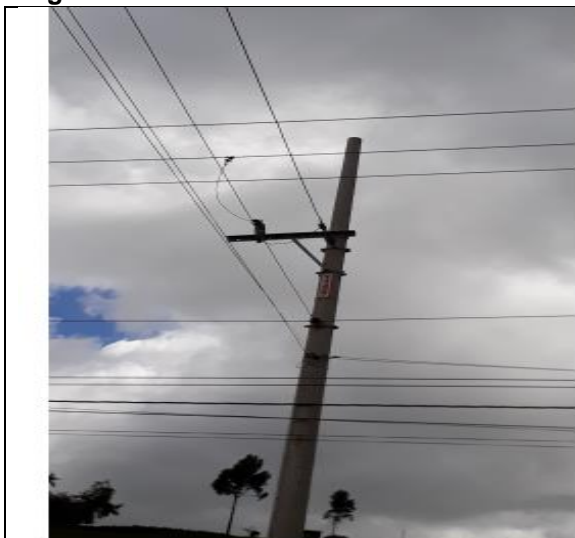
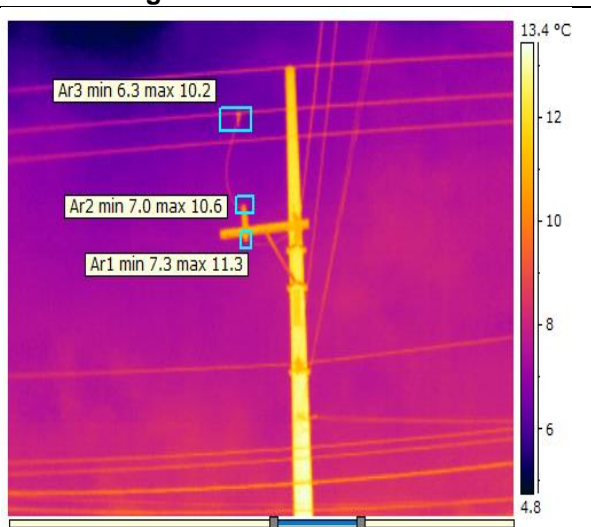


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS.- Se encuentra con temperaturas normales ya que no se puede apreciar algún punto caliente

Descripción de Imagen. Se observa en Ar1, Ar2, Ar3 no existe mayor temperatura tanto en la conexión de la red como en la entrada y salida del seccionador N° 11407

Posibles Causas.	Sugerencias
Ninguna.	Realizar inspección periódica.

Tabla 3.16 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 216582.
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	216582	TERM - 011			
Tipo de Estructura	EST- 3VP – 3CR	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721394	Y= 9826400		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:31:50 p. m		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	9.3	9.8	0.5
		Ar2	9.3	9.3	0.0
		Ar3	9.3	9.5	0.2
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase			
Nivel	1	A	B	C	
Calificación NETA	Posible deficiencia	66	37	43	
Acción	Se requiere más información				

Figura. INSPECCION VISUAL

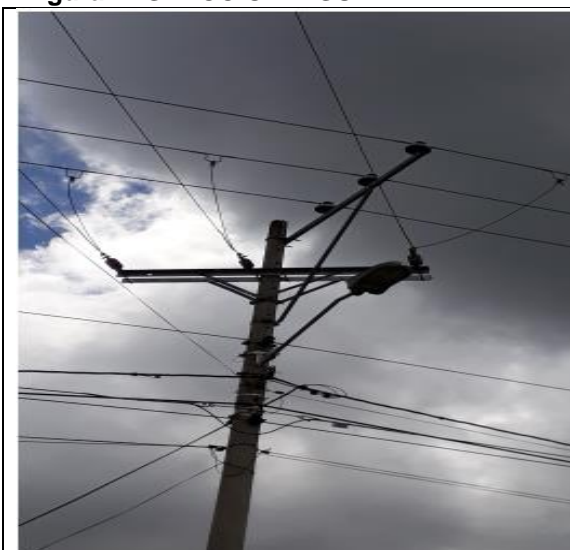
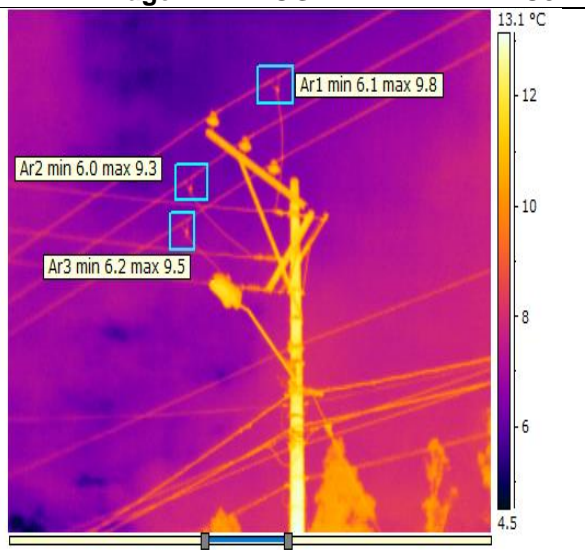


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS. En los puntos tomados de los puntos de conexión no se aprecia ningún daño en los estribos de derivación y grapas calientes

Descripción de Imagen Punto de conexión aéreo Ar1, Ar2, Ar3, en los conectores de comprensión no se observa ninguna anomalía

Posibles Causas.	Sugerencias
Ninguno	Realizar inspección periódicamente

Tabla 3.17 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 216828.
Fuente: Autor.


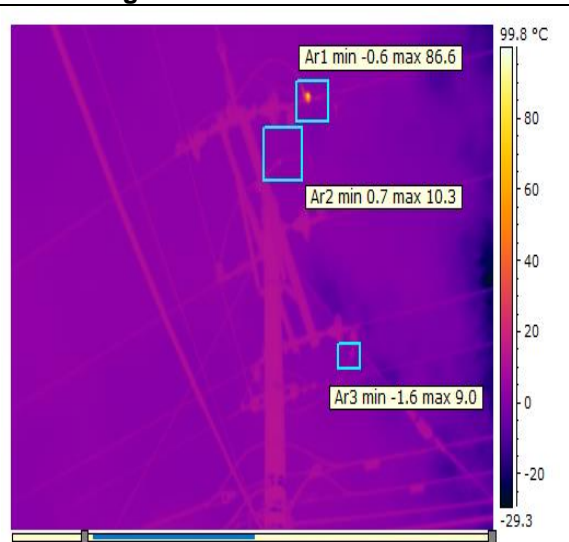
CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	216828	TERM - 012			
Tipo de Estructura	EST – 3CD	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721663	Y= 9825983		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:41:54 p. m		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	9.0	86.6	77.6
		Ar2	9.0	10.3	1.3
		Ar3	9.0	9.0	0.0
Criterios Norma NETA			Corrientes por Fase		
Nivel	4	A	B	C	
Calificación NETA	Deficiencia mayor	63	36	42	
Acción	Reparar inmediatamente				

Figura. INSPECCION VISUAL



Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS. En el punto Ar1 existe una temperatura bastante alta punto caliente en conector de puente aéreo.

Descripción de Imagen Puentes de conexión aéreo Ar1, Ar2, Ar3 se observa que hay mayor temperatura en Ar1

Posibles Causas.	Sugerencias
Conector ranura paralela en mal estado. Sulfatado con corrosión.	Cambio de conector Utilizar conector de compresión.

Tabla 3.18 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 217147.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	217147	TERM - 013			
Tipo de Estructura	Punto aéreo de conexión Bajo voltaje	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=722153	Y= 9825320		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	8:01:25 p. m		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	18.7	18.7	0.0
		Ar2	18.7	27.8	9.1
Criterios Norma NETA			Corrientes por Fase		
Nivel	2	A	B	C	
Calificación NETA	Probable deficiencia	60	36	42	
Acción	Reparar en la próxima parada disponible				

Figura. INSPECCION VISUAL

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA


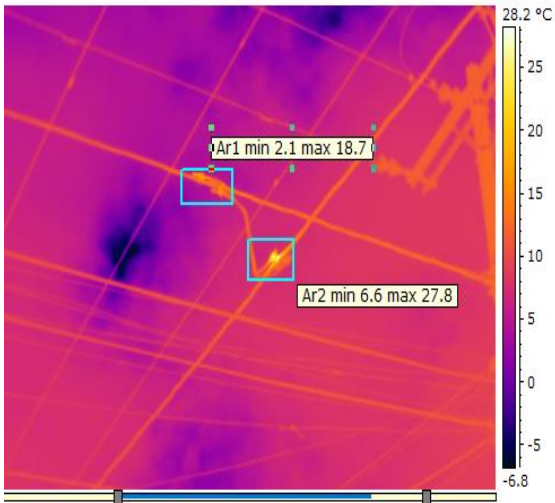
					
<p>ANALISIS. En los puntos tomados del mallado con el preensablado en bajo voltaje existe un punto caliente, que puede ser por falso contacto de conector doble dentado.</p>	<p>Descripción de Imagen Punto de conexión aéreo Ar1, Ar2, se observa que hay mayor temperatura en Ar2</p>				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Posibles Causas.</th> <th style="width: 50%;">Sugerencias</th> </tr> <tr> <td>Conector mal ajustado Falso contacto</td> <td>Cambio de conector Realizar un buen ajuste de conector</td> </tr> </table>	Posibles Causas.	Sugerencias	Conector mal ajustado Falso contacto	Cambio de conector Realizar un buen ajuste de conector	
Posibles Causas.	Sugerencias				
Conector mal ajustado Falso contacto	Cambio de conector Realizar un buen ajuste de conector				

Tabla 3.19 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 217191..
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	217191	TERM - 014			
Tipo de Estructura	EST-3VD	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=722029	Y= 9825195		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	8:12:04 p. m		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	29.2	35.6	6.4
		Ar2	29.2	29.2	0.0
		Ar3	29.2	78.4	49.2
Criterios Norma NETA			Corrientes por Fase		
Nivel	4	A	B	C	
Calificación NETA	Deficiencia Mayor	58	33	39	
Acción	Reparar inmediatamente				

Figura. INSPECCION VISUAL

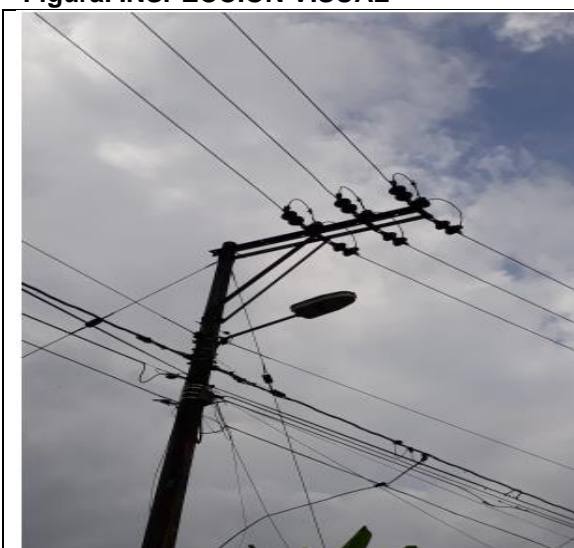
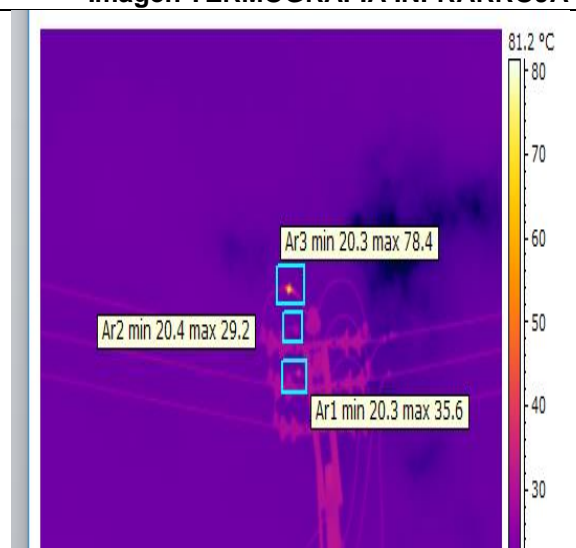


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS.

Posibles Causas.	Sugerencias
Conector mal ajustado	Cambio de conector
Falso contacto	Realizar reajuste del conector
Con corrosión	Utilizar conectores de comprensión machinados

Descripción de Imagen. En los puntos tomados Ar1, Ar2, Ar3 se observa que en Ar3 hay un punto crítico en el conector de puente aéreo.

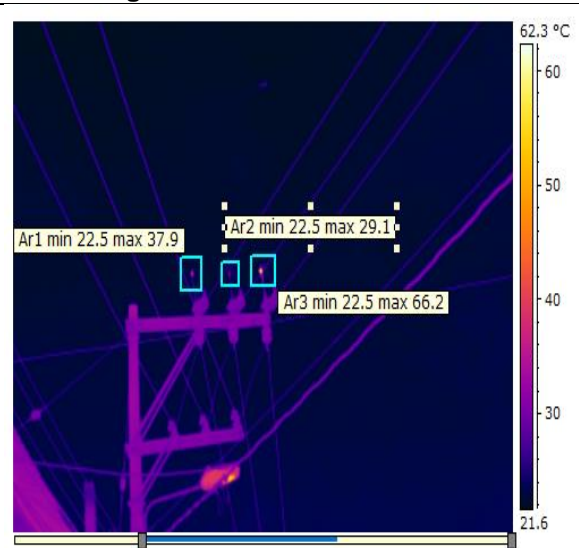
Tabla 3.20 Informe termográfico de Alimentador Primario Poste N° 217204.
Fuente: Autor.

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste	217204	TERM - 015			
Tipo de Estructura	EST-3VD	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722320	Y= 9824961		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:00:46 p. m		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	29.1	29.1	37.9	8.8
		Ar2	29.1	29.1	0.0
		Ar3	29.1	66.2	37.1
Criterios Norma NETA			Corrientes por Fase		
Nivel	4	A	B	C	
Calificación NETA	Probable deficiencia	60	35	42	
Acción	Reparar inmediatamente				

Figura. INSPECCION VISUAL



Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS. En los conectores que cierran puente en medio voltaje se observa que se encuentran haciendo un falso contacto o dañados

Posibles Causas.	Sugerencias
Conector mal ajustado Falso contacto Conector con corrosión o sulfatados	Cambio de conector Utilizar conectores de comprensión machinados

Descripción de Imagen. En los puentes aéreos de conexión se observa que Ar3 tiene una temperatura más alta en relación que Ar1, Ar2

Tabla 3.21 Informe termográfico de Alimentador Primario Puente aéreo de conexión..
Fuente: Autor.

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Número de Poste		TERM - 016			
Tipo de Estructura	Punto aéreo de conexión	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722383	Y= 9824277		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:27:57 p. m		
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)					
Emisividad	0.95	Medición			
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0%	Seccionador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Distancia	12.0 m	Ar1	13.5	33.0	19.5
		Ar2	13.5	21.2	7.7
		Ar3	13.5	31.2	17.7
		Ar4	13.5	13.5	0.0
		Ar5	13.5	13.5	0.0
		Ar6	13.5	14.2	0.7
Crterios Norma NETA		Corrientes por Fase			
Nivel	4	A	B	C	
Calificación NETA	Deficiencia mayor	66	37	43	
Acción	Reparar en la próxima parada disponible				

Figura. INSPECCION VISUAL

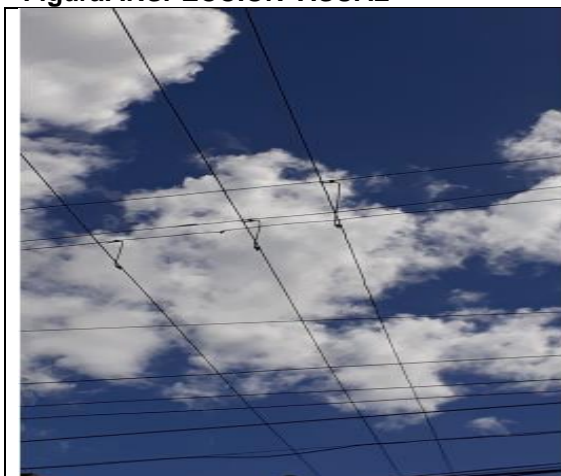
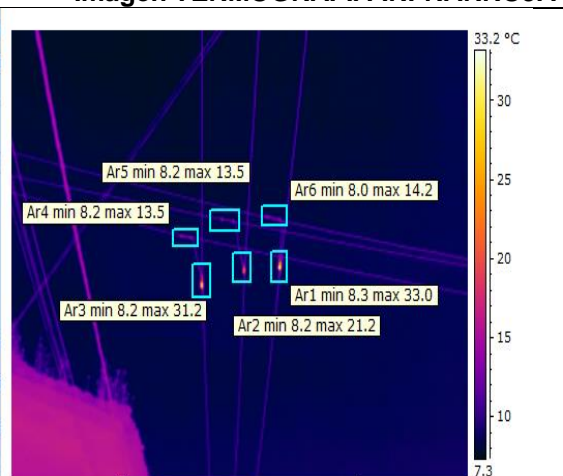


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



ANALISIS. En los puentes aéreos de conexión se visualiza que en dos conectores existe punto caliente

Descripción de Imagen Punto de conexión aéreo Ar1, Ar2, Ar3, Ar4, Ar5, Ar6 se observa que en Ar1 y Ar3 existe una temperatura más alta con relación a los demás puntos

Posibles Causas.	Sugerencias
Conector mal ajustado Falso contacto Conectores sulfatado.	Cambio de conectores Utilizar conectores de comprensión.

Tabla 3.22 Informe Inspección Visual Estructura de Madera Poste N° 215264.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR			
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín	
Número de Poste	215264	TERM - 017	
Tipo de Estructura	EST – 3CP	Coordenadas	
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=722667	Y= 9824223
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	10:20:32 a. m
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)			
Emisividad	0.95	Medición	
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta	
Humedad Relativa	90.0%	Estructura	T. Ref. °C Max °C ΔT °C
Distancia	12.0 m		
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase	
Nivel		A	B C
Calificación NETA		66	37 43
Acción			

Figura. INSPECCION VISUAL


	
<p>ANALISIS. Estructura de madera en mal estado, instalado seccionador que no está en operación.</p>	
Posibles Causas.	Sugerencias
<p>Deterioro de la cruceta de madera y provocar un corto circuito. Posible flameó de aisladores Pin.</p>	<p>Cambiar estructura lo más pronto posible y retiro de seccionadores. Utilizar aislador espiga (pin) porcelana, con radio interferencia 15KV, ANSI 56.1 Se sugiere este trabajo se debe realizar en caliente con el objetivo que no se afecte los índices de calidad.</p>

Tabla 3.23 Informe Inspección Visual Poste N° 215260
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR			
Dirección del Sitio	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín	
Número de Poste	215260	TERM - 018	
Tipo de Estructura	EST – 3BA	Coordenadas	
Fecha de Inspección	18/04/2018	X=722672	Y= 9824162
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	10:23:43 a. m
ANÁLISIS TÉRMICO (Parámetros de Objeto)			
Emisividad	0.95	Medición	
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Etiqueta	
Humedad Relativa	90.0%	Estructura	T. Ref. °C Max °C ΔT °C
Distancia	12.0 m		
Criterios Norma NETA		Corrientes por Fase	
Nivel		A	B C
Calificación NETA		66	37 43
Acción			

Figura. INSPECCION VISUAL


		
<p>ANALISIS. Se observa que las estructuras no cumplen con las normas de construcción y además se aprecia que existe un peligro constante junto a la casa de salud la red en medio voltaje, asimismo el tensor se encuentra sobre el edificio amarrado en la terraza.</p>		
Posibles Causas.	Sugerencias	
Daño a las personas por la circulación de corriente por el tensor ya que no tiene aislados de retenida porcelana, ANSI 54-2.	Se sugiere el cambio de estructura utilizando aisladores de suspensión, caucho siliconado, 15KV, ANSI DS-15 Reubicar tensores, y utilizar aislador se retenida.	

Tabla 3.24 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20815..
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 001			
Potencia Nominal	15KVA	Número de Poste:	216392		
Carga (%)	149%	Tipo de Estructura	TRT-1A(1)		
Numero de Transformador	20815	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721472	Y= 9827962		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	6:56:53 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	25.7	39.1	13.4
Distancia	12.0 m	Ar2	25.7	71.5	45.8
		Ar3	25.7	25.7	0.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL

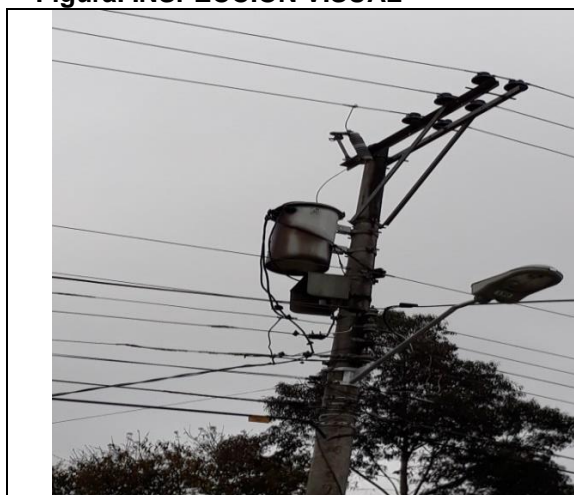
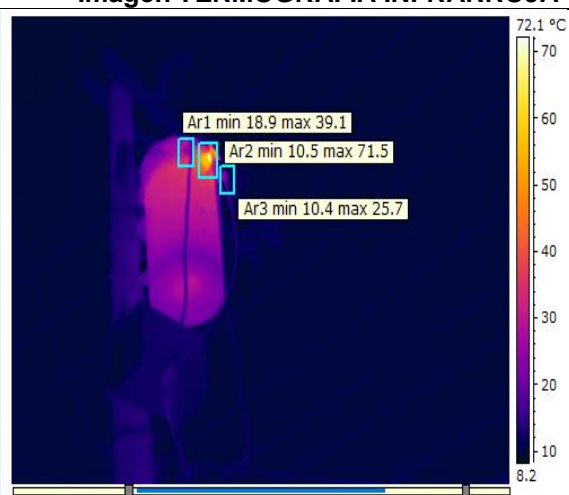


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones. Se puede apreciar que es un transformador convencional se encuentra en mal estado, con una constante fuga de aceite.

Sugerencias.- se sugiere un cambio inmediato de transformador, en vista que existe una contaminación ambiental y un punto caliente en X2 bushing de baja en mal estado.

Descripción de la Imagen.

Transformador monofásico en Ar2 Neutro con mayor temperatura en relación a Ar1 y Ar3.

Tabla 3.25 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20566.
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 002			
Potencia Nominal	50KVA	Número de Poste:	216398 - 216399		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-3C(1)		
Numero de Transformador	20566	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721479	Y= 9827761		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:02:34 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	11.9	13.8	1.9
Distancia	12.0 m	Ar2	11.9	11.9	0.0
		Ar3	11.9	13.3	1.4
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
1	Posible Deficiencia	Se requiere mas información			

Figura. INSPECCION VISUAL



Observaciones. Se puede observar que el NH de X1 se encuentra hecho un puente con cable de aluminio.
Sugerencias.- Es necesario realizar el cambio de fusible NH.

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Descripción de la Imagen.
Transformador Trifásico
Ar1, Ar2, Ar3, se observa que no existe una diferencia de temperatura mayor en las bajantes del transformador

Tabla 3.26 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 21440.
Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 003			
Potencia Nominal	50KVA – 10 KVA	Número de Poste:	216427 - 216428		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-3C(1) – 1A(1)		
Numero de Transformador	20565 - 20817	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721477	Y= 9827665		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:04:44 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	32.5	32.5	0.0
Distancia	12.0 m	Ar2	32.5	67.9	35.4
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia Mayor	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL

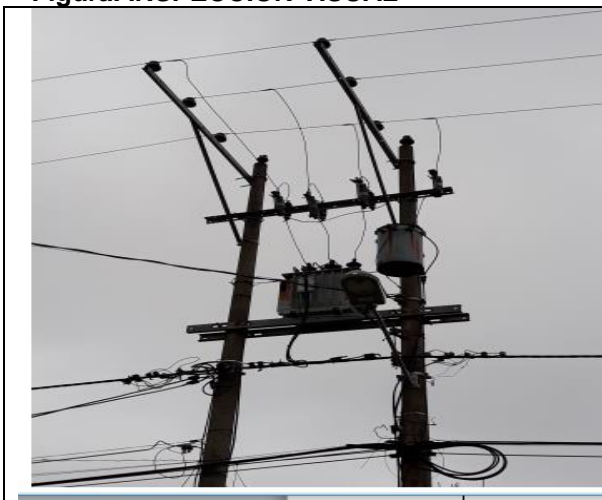
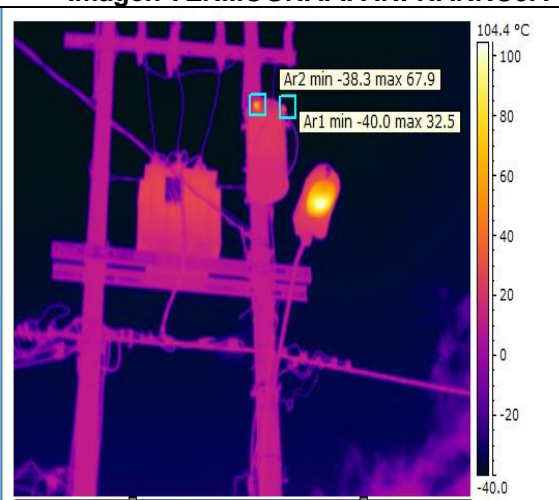


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones. Se puede observar que existen dos transformadores, en el trifásico no existe ninguna observación. En el transformador monofásico de alumbrado Público en X3 existe un punto caliente en el bushing de bajo voltaje
Sugerencias.- Es necesario realizar un reajuste de conector X3 del bishing del transformador monofásico

Descripción de la Imagen. Transformador Trifásico y monofásico Ar1, Ar2. Se visualiza que Ar2 del transformador monofásico existe una temperatura mayor.

Tabla 3.27 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 21440.
Fuente: Autor.

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 004			
Potencia Nominal	75KVA	Número de Poste:	216499 - 216500		
Carga (%)	100%	Tipo de Estructura	TRT-3C(1)		
Numero de Transformador	21440	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721483	Y= 9827435		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:07:31 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	18.7	18.7	0.0
Distancia	12.0 m	Ar2	18.7	85.6	66.9
		Ar3	18.7	24.2	5.5
		Ar4	18.7	41.7	23
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia Mayor	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL



Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones. Se puede observar que el NH de X2 se encuentra hecho un puente con cable de aluminio y X3 directo con conectores doble dentado.

Sugerencias.- Es necesario realizar el cambio de fusible NH y equilibrar fases

Descripción de la Imagen.

Transformador Trifásico
Ar1, Ar2, Ar3, Ar4, los elemento Ar2 y Ar4 se puede visualizar con mayor temperatura en relación a los otros

Tabla 3.28 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20822.

Fuente: Autor.


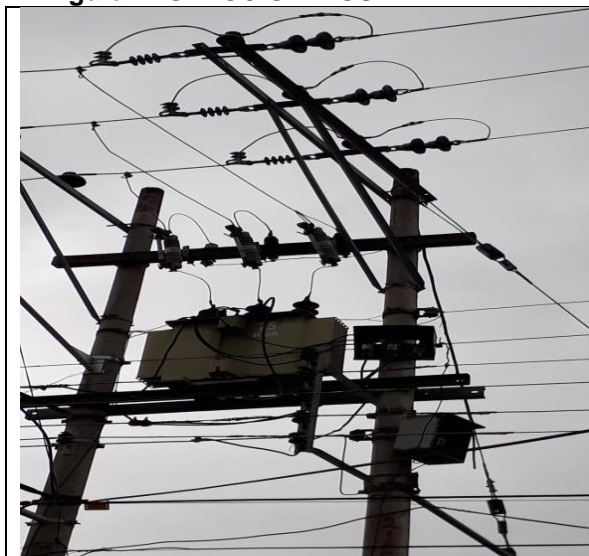
CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 005			
Potencia Nominal	75KVA	Número de Poste:	216576 - 216577		
Carga (%)	75%	Tipo de Estructura	TRT-3C(1)		
Numero de Transformador	20822	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721479.	Y= 9827192		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:16:31 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	17.1	84.1	67.0
Distancia	12.0 m	Ar2	17.1	26.1	9.0
		Ar3	17.1	17.1	0.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia Mayor	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones. Se puede observar que la bajante de X1 se encuentra directo a la red conector en mal estado y las otras bajantes con cable preensablado XLPE 1/0, y en los NH realizados un puente con conductor AI.

Sugerencias.- Cambio de bajante con conductor TTU 1/0, cambio de protección de bajo voltaje y colocación de fusibles NH

Descripción de la Imagen.

Transformador Trifásico Ar1, Ar2, Ar3, el Ar1 con respecto a Ar2 y Ar3 tiene mayor temperatura en un conector mal ajustado o con corrosión

Tabla 3.29 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20828.

Fuente: Autor.


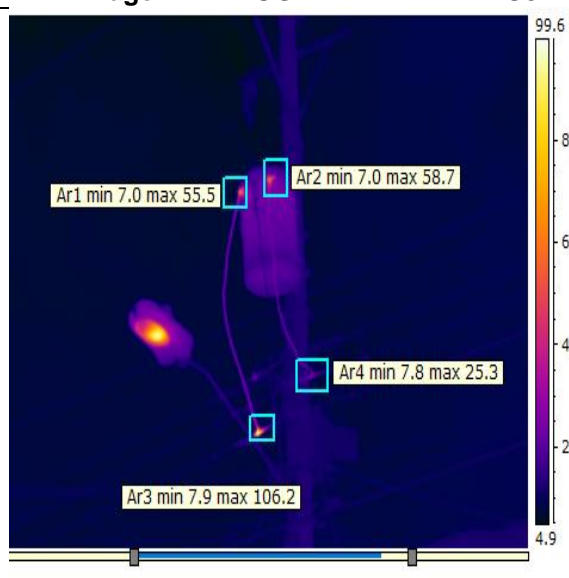
CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 006			
Potencia Nominal	37.5KVA	Número de Poste:	216676		
Carga (%)	100%	Tipo de Estructura	TRT-1A(1)		
Numero de Transformador	20828	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=721482.	Y= 9826870		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:21:19 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	25.3	55.5	30.2
Distancia	12.0 m	Ar2	25.3	58.7	33.4
		Ar3	25.3	106.2	80.9
		Ar4	25.3	25.3	0.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia Mayor	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL



Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones. Se puede observar que el conductor de la bajante de X1, X3 se encuentra hecho entorche realizando un contacto falso
Sugerencias.- Cambio de conductor inmediato de las bajantes y utilizar conectores de comprensión.

Descripción de la Imagen. Transformador Monofásico Ar1, Ar2. Ar3, se encuentra con mayor temperatura en estado crítico a diferencia de Ar4

Tabla 3.30 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20833

Fuente: Autor.

CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 007			
Potencia Nominal	25KVA	Número de Poste:	217066		
Carga (%)	114%	Tipo de Estructura	TRT-1A(1)		
Numero de Transformador	20833	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=722133	Y= 9825578		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:47:40 p. m.		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	17.9	38.2	20.3
Distancia	12.0 m	Ar2	17.9	29.0	11.1
		Ar3	17.9	17.9	0.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia Mayor	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



	
<p>Observaciones. Se puede apreciar que existe un contacto falso de los conector con la red del neutro y fase X3, ya que existe mayor temperatura en X2 neutro</p> <p>Sugerencias.- Cambio de conectores y conductor de bajantes de transformador</p>	<p>Descripción de la Imagen. Transformador Monofásico en Ar1, Ar2 existe mayor temperatura en relación Ar3.</p>

Tabla 3.31 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20834.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 008			
Potencia Nominal	25KVA	Número de Poste:	217081		
Carga (%)	98%	Tipo de Estructura	TRT-1A(1)		
Numero de Transformador	20834	Coordenadas			
Fecha de Inspección	17/04/2018	X=722077	Y= 9825469		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:59:38 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	15.8	15.8	0.0
Distancia	12.0 m	Ar2	15.8	25.6	9.8
		Ar3	15.8	126.9	111.1
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia Mayor	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL

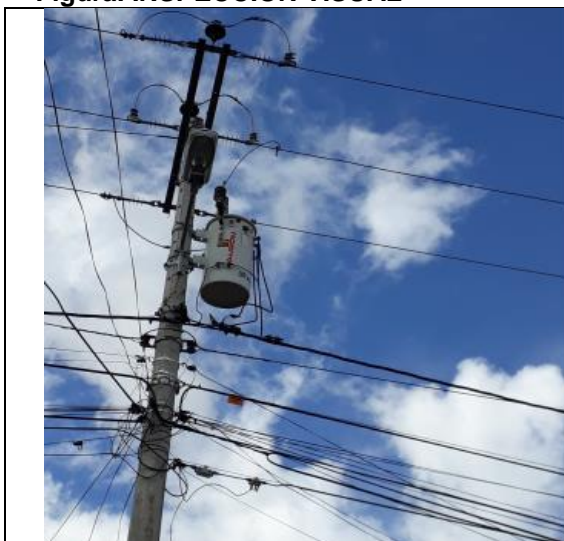


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones. En X3 se observa que existe un punto de conexión con conector doble dentado, en el cual existe en punto caliente por mal ajuste.

Sugerencias. Es necesario el cambio y/o reparación inmediato de un conector y conductor bajante de transformador en mal estado de red preensamblada

Descripción de la Imagen.

Transformador Monofásico Ar1, Ar2 Ar3, se observa en Ar3 en un conector una temperatura mayor en relación a los demás conectores

Tabla 3.32 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20881.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 009			
Potencia Nominal	75KVA	Número de Poste:	378158		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-3C(1)		
Numero de Transformador	27881	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722305	Y= 9824901		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	6:51:53 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	20.5	20.5	0.0
Distancia	12.0 m	Ar2	20.5	20.7	0.2
		Ar3	20.5	20.7	0.2
		Ar4	20.5	21.0	0.5
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
1	Posible deficiencia	Se requiere más información			

Figura. INSPECCION VISUAL

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA


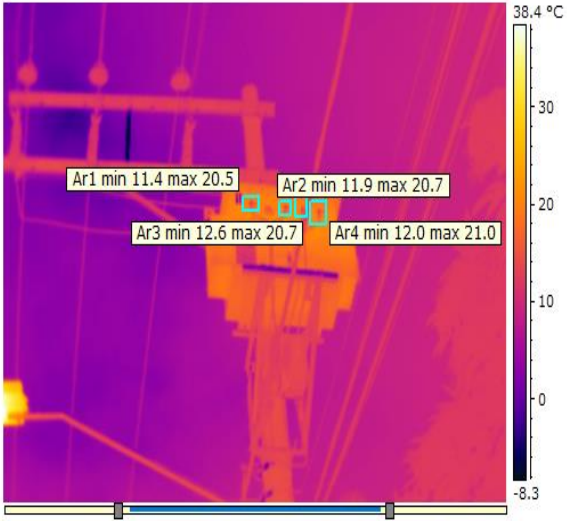
	
<p>Observaciones. Conexiones en buen estado</p> <p>Sugerencias.- Realizar después de un periodo otro análisis.</p>	<p>Descripción de la Imagen. Transformador trifásico Ar1, Ar2, Ar3, Ar4 no se aprecia ninguna anomalía respecto a temperatura normal</p>

Tabla 3.33 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20860.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 010			
Potencia Nominal	100KVA	Número de Poste:	215380 - 215381		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-3C(1)		
Numero de Transformador	20860	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722442	Y= 9824375		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:21:26 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	12.8	18.3	5.5
Distancia	12.0 m	Ar2	12.8	21.7	8.9
		Ar3	12.8	12.8	0.0
		Ar4	12.8	15.9	3.1
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
2	Probable deficiencia	Reparar en la próxima parada disponible			

Figura. INSPECCION VISUAL

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA


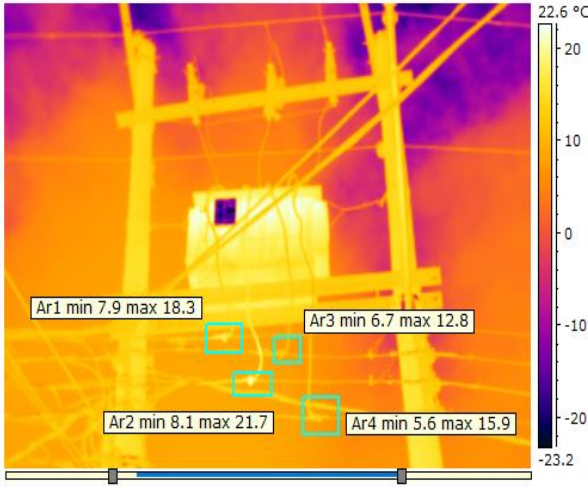
	
<p>Observaciones. Se observa que X0, X1 de las bajantes se encuentran con poca deficiencia en los empalmes y conector</p> <p>Sugerencias. Se sugiere realizar cambio de conectores o reajuste de los mismos Colocar protección en bajo voltaje fusibles NH</p>	<p>Descripción de la Imagen. Transformador trifásico Ar1, Ar2, Ar3, Ar4 se aprecia en Ar1 y Ar2 mayor temperatura con relación Ar3 y Ar4</p>

Tabla 3.34 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 21344.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 011			
Potencia Nominal	100 KVA	Número de Poste:	215357 - 215358		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-3C(1)		
Numero de Transformador	21344	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722383	Y= 9824277		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:32:22 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	36.4	41.0	4.6
Distancia	12.0 m	Ar2	36.4	45.0	8.6
		Ar3	36.4	36.4	0.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
2	Probable deficiencia	Reparar en la próxima parada disponible			

Figura. INSPECCION VISUAL

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA


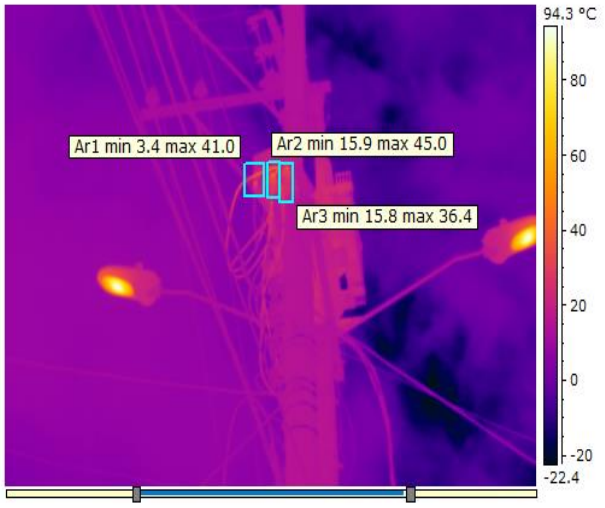
	
<p>Observaciones. Se observa que en X1, X2 existe algún mal contacto entre los NH y la base</p> <p>Sugerencias. Se sugiere realizar cambio de la base porta fusible y fusibles NH debido a que se observa un punto caliente en los NH</p>	<p>Descripción de la Imagen. Transformador trifásico Ar1, Ar2, Ar3, se observa que en Ar1 y Ar2 existe mayor temperatura que en Ar3</p>

Tabla 3.35 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20764.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 012			
Potencia Nominal	50KVA	Número de Poste:			
Carga (%)		Tipo de Estructura		TRT-3C(1)	
Numero de Transformador	20764	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=72		Y= 98	
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.		7:32:22 p. m	
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	11.8	25.2	13.4
Distancia	12.0 m	Ar2	11.8	14.2	2.4
		Ar3	11.8	11.8	0.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
2	Probable deficiencia	Reparar en la próxima parada disponible			

Figura. INSPECCION VISUAL

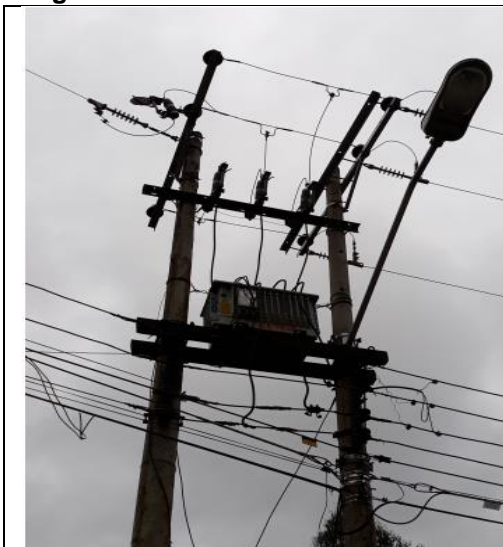
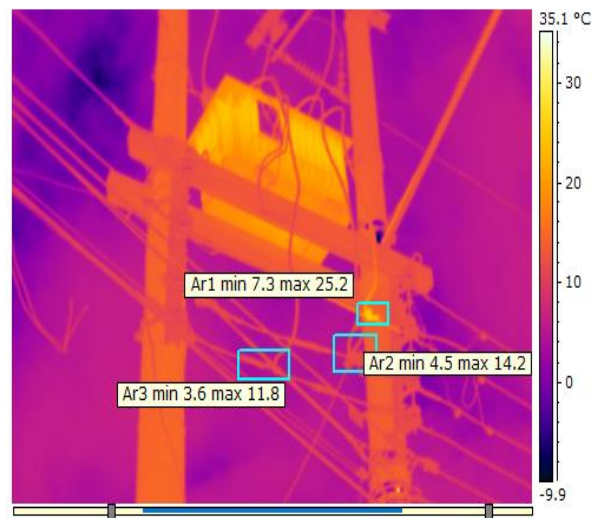


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones. Se observa que en X3 existe un punto caliente en conector ranura paralela

Sugerencias. Realizar cambio de conector o realizar un reajuste.
Colocar protección en bajo voltaje para protección de transformador.

Descripción de la Imagen.

Transformador trifásico Ar1, Ar2, Ar3, en Ar2 se observa mayor temperatura elemento con anomalía

Tabla 3.36 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 20731.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 013			
Potencia Nominal	75KVA	Número de Poste:	215342 - 215343		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-3C(1)		
Numero de Transformador	20731	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722467	Y= 9824230		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:40:27 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	22.4	23.5	1.1
Distancia	12.0 m	Ar2	22.4	96.1	73.7
		Ar3	22.4	22.4	0.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia mayor	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



	
<p>Observaciones. Se observa que X2 se encuentra sin fusible NH entorchado con conductor de Al en la base fusible. Desbalance de carga</p> <p>Sugerencias. Realizar cambio de transformador muy antiguo, cambiar protección en bajo voltaje , balancear carga Reubicar se encuentra junto a vivienda</p>	<p>Descripción de la Imagen. Transformador trifásico Ar1, Ar3, si anomalías Ar2 se encuentra con temperatura muy alta</p>

Tabla 3.37 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 142658.

Fuente: Autor.


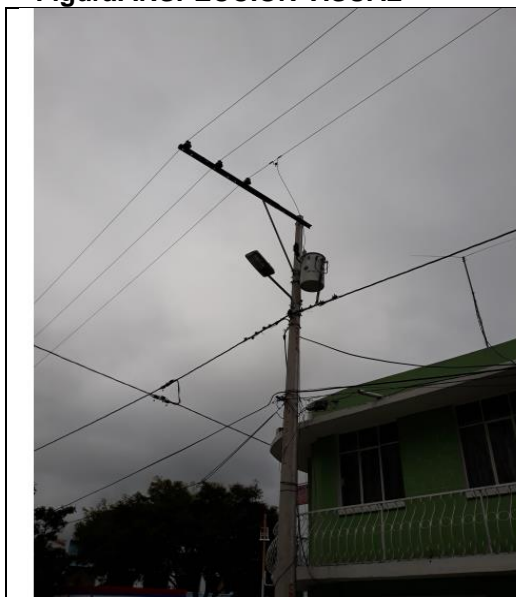
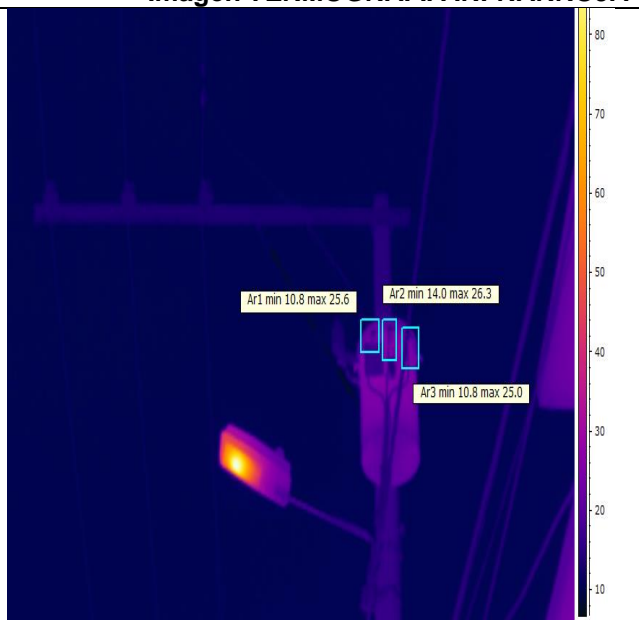
CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 014			
Potencia Nominal	50 KVA	Número de Poste:	215331		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-1A(1)		
Numero de Transformador	142658	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722620	Y= 9824266		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:47:02 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	25.6	25.6	0.0
Distancia	12.0 m	Ar2	25.6	26.3	0.7
		Ar3	25.6	26.6	1.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
1	Posible deficiencia	Requiere más información			

Figura. INSPECCION VISUAL



Observaciones. Se observa que no existe ninguna anomalía en las bajantes y conectores de transformador
Sugerencias. Realizar inspección después de un periodo

Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Descripción de la Imagen. Transformador trifásico Ar1, Ar2, Ar3, se encuentran con temperatura normales

Tabla 3.38 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 21805.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 015			
Potencia Nominal	25 KVA	Número de Poste:	215264		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-1A(1)		
Numero de Transformador	21805	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722667	Y= 9824223		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	7:55:02 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	39.7	39.7	0.0
Distancia	12.0 m	Ar2	39.7	45.6	5.9
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
2	Probable Deficiencia	Requiere más información			

Figura. INSPECCION VISUAL

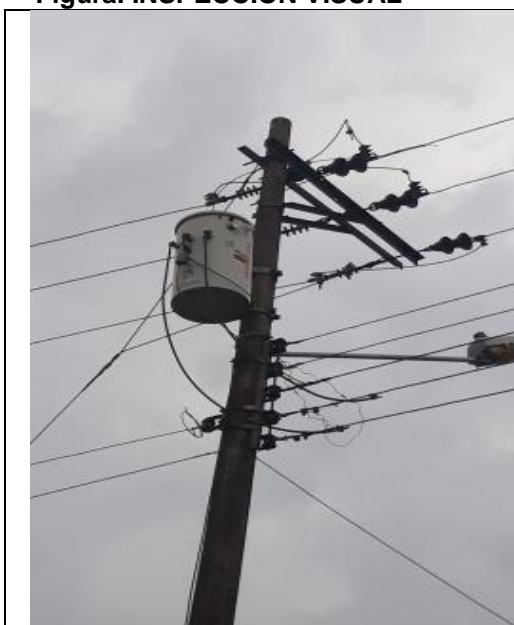
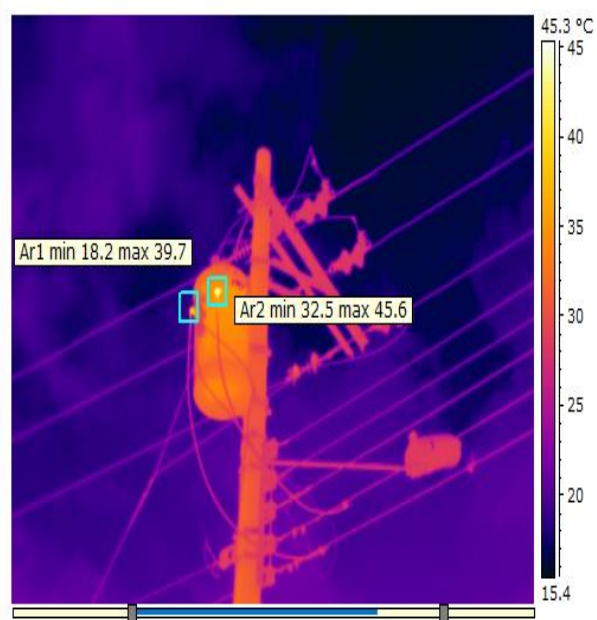


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones

Se observa que existe un mal contacto del conector en X1 del bushing del transformador que sale a la red en bajo coltaje.

Descripción de la Imagen. Se observa que en Ar2, existe mayor temperatura en los bushing del transformador en relación a Ar1

Tabla 3.39 Informe termográfico de Transformador de Distribución N° 0300050.

Fuente: Autor.


CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR					
Ubicación	Avda. Guayaquil y Manabí Coloma Román Norte	Termógrafo: Diego Gallo Espín			
Equipo	Transformador Trifásico	TERM- 016			
Potencia Nominal	100KVA – 15 KVA	Número de Poste:	215260 - 215261		
Carga (%)		Tipo de Estructura	TRT-3C(1)-1A(1)		
Numero de Transformador	0300050 - 20719	Coordenadas			
Fecha de Inspección	19/04/2018	X=722728	Y= 9824199		
Modelo de Cámara	FLIR T400	Hora.	8:01:20 p. m		
Análisis Térmico					
Emisividad	0.95	Etiqueta			
Humedad Relativa	90.0 %	Transformador	T. Ref. °C	Max °C	ΔT °C
Temperatura Ambiente	12.0 °C	Ar1	15.8	37.9	22.1
Distancia	12.0 m	Ar2	15.8	26.6	11.6
		Ar3	15.8	97.9	82.1
		Ar4	15.8	15.8	0.0
Criterio Norma NETA					
Nivel	Calificación NETA	Acción			
4	Deficiencia mayor	Reparar inmediatamente			

Figura. INSPECCION VISUAL

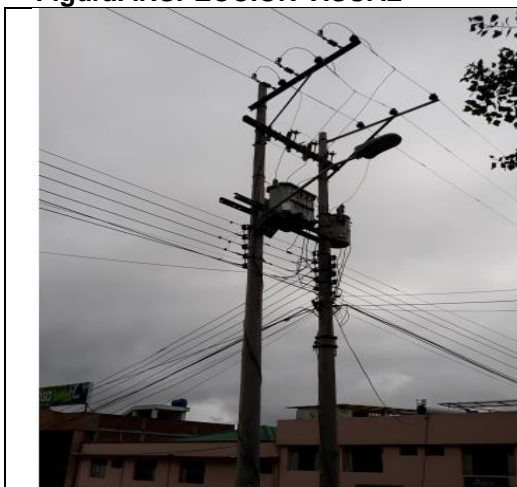
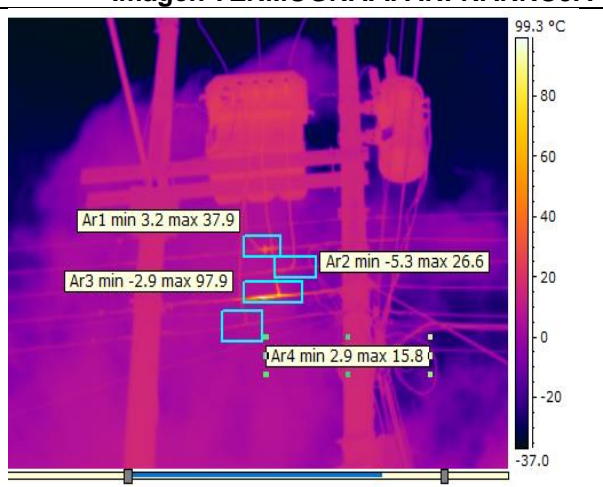


Imagen TERMOGRAFIA INFRARROJA



Observaciones. Se observa que X2 refleja un punto caliente muy alto, debido a varios factores desbalance de fase, sobrecalentamiento de conductor o mal contacto
Sugerencias. Instalar protección en bajo voltaje fusibles NH, balancear fases y cambio de conductor de bajantes.

Descripción de la Imagen. Transformador trifásico Ar1, Ar2, Ar3 y Ar4 se observa que en Ar3 existe mayor temperatura conductor dilatado



CAPÍTULO: IV ANALISIS E INTEPRETACION DE RESULTADOS.

4. Análisis e interpretación de resultados.

Una vez realizado el levantamiento de información en campo de todos los elementos que fueron analizados mediante un análisis termográfico, se comienza a preparar un informe minucioso de los datos recolectados, para poder realizar un resumen con el fin de cuantificar y estimar las diferentes anomalías detectadas, las mismas que serán clasificadas de acuerdo al grado de amenazas que presenten.

De esta manera se ha podido lograr identificar, localizar y considerar todos los desperfectos que se encuentran, para así poder realizar un proceso de solución de las mismas, presentar un cuadro estadístico y comparativo, que permite establecer un plan de mantenimiento para poder alcanzar los objetivos de calidad en el servicio más eficiente por parte de la Empresa Eléctrica CNEL. EP Bolívar, fomentando la priorización del mantenimiento preventivo por sobre el mantenimiento correctivo.

4.1. Resumen de resultados de Análisis en Alimentador Primario.

Los resultados que se obtienen, al analizar 14 elementos en el alimentador Guanujo Centro, nos refleja que un 35,72% se encuentran con mayor deficiencia, que deben ser intervenidos en el menor tiempo posible para evitar cortes de energía en MV, todos estos resultados se presentan en las siguientes tablas a continuación.

Tabla 4.1 Resumen de Análisis Termográfico en Alimentador Primario.
Fuente: Autor.

Ubicación	Equipo con Anomalía	Posibles Causas	Temp. Max.	Nivel de severidad	Acción
-----------	---------------------	-----------------	------------	--------------------	--------



Subestación Guanujo	Salida seccionador barra	Falso contacto	13,00	1	Requiere más información.
Calle Simón Bolívar	Conectores Ranuras Paralelas	Falso contacto	12,9	1	Requiere más información
Calle Simón Bolívar	Seccionadores Porta Fusibles	Falso contacto	11,9	1	Requiere más información
Calle Simón Bolívar	Conectores	Ninguna	12,7	1	Requiere más información
Calle Simón Bolívar	Seccionadores Barra	Ninguna	14,6	1	Requiere más información
Calle Simón Bolívar	Conductor dañado	Entorches en mal estado	42	4	Reparar inmediatamente
Calle Simón Bolívar	Conectores mal ajustados	Falso contacto	18,1	2	Reparar en próxima parada
Calle Simón Bolívar	Grapa en Caliente	Ninguna	11.3	1	Requiere más información
Calle Simón Bolívar	Grapa en Caliente	Ninguna	9,8	1	Requiere más información
Avda. Guayaquil	Conectores	Sulfatado y/o con corrosión	86.6	4	Reparar Inmediatamente
Avda. Guayaquil	Conectores	Falso contacto	27.8	2	Reparar en próxima parada
Avda. Guayaquil	Conectores	Falso contacto con corrosión	78,4	4	Reparar Inmediatamente
Avda. Guayaquil	Conectores	Falso contacto con corrosión	66,2	4	Reparar Inmediatamente
Avda. Caracas	Mallado	Falso contacto	33	4	Reparar Inmediatamente

4.1.1. Interpretación de los resultados de Alimentador Primario.

Tabla 4.2 Resumen Termográfico de Alimentador Primario
Fuente: Autor.

Clasificación de Fallas	Total	Nivel de Severidad	Porcentaje
Elementos Analizados	14		100,00%
Equipos con Posible Deficiencia	7	1	50,00 %
Equipos con Probable Deficiencia	2	2	14,28%
Equipos con Deficiencia	0	3	0,00%
Equipos con Deficiencia Mayor	5	4	35,72%

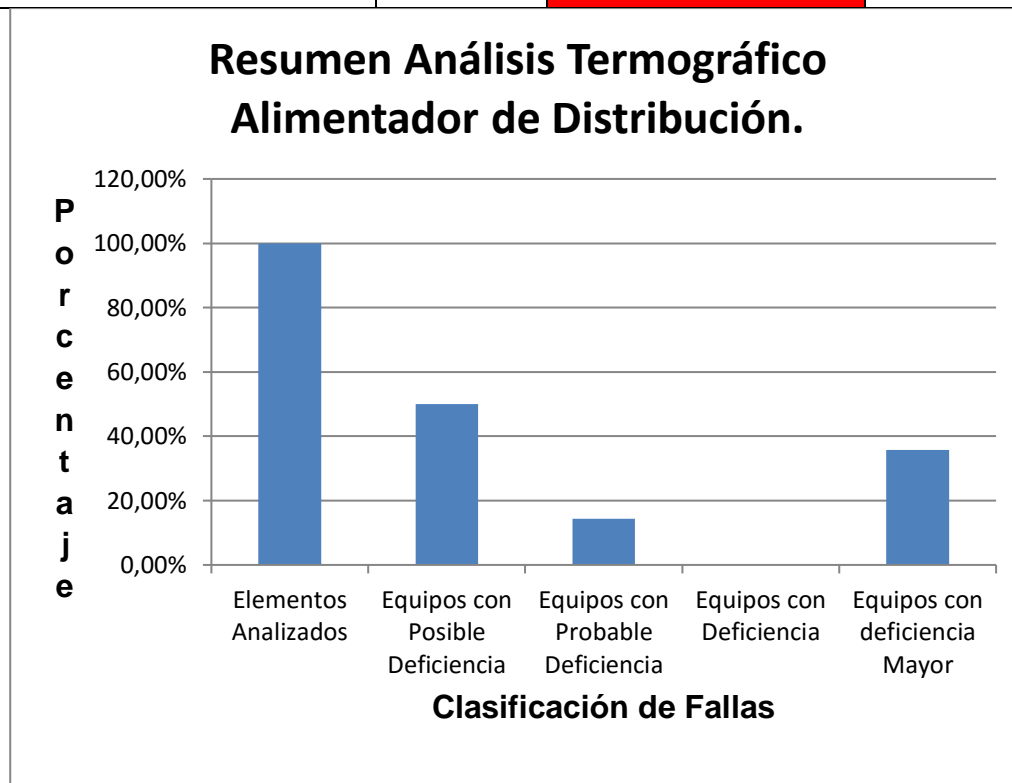


Figura 4.1 Análisis Termográfico de Alimentador de Distribución Fuente (Autor).



4.2. Resumen de resultados en el Análisis termográfico realizado en Transformadores de Distribución.

El resultado que se presenta del análisis realizado en los transformadores, se observa que en un 56,25%, se encuentra en un nivel de severidad 4, está para una reparación inmediata, el problema que con mayor frecuencia se encuentra es en bushing de BV y conectores de la red secundaria, como se puede apreciar en las siguientes tablas 4.3 y 4.4.



Tabla 4.3 Resumen de Análisis Termográfico en Transformadores de Distribución.

Fuente: Autor.

Ubicación	Equipo con Anomalía	Posibles Causas	Temp . Max.	Nivel de severidad	Acción
Calle Simón Bolívar	Bushing	Falso contacto	71.5	4	Reparar Inmediatamente
Calle Simón Bolívar	Conector	Ninguna	13.8	1	Requiere más Información
Calle Simón Bolívar	Bushing	Falso contacto	67.9	4	Reparar Inmediatamente
Calle Simón Bolívar	Conector	Falso Contacto	85.6	4	Reparar Inmediatamente
Calle Simón Bolívar	Conector	Falso Contacto	84.1	4	Reparar Inmediatamente
Calle Simón Bolívar	Conector y Bushing	Falso Contacto	106.2	4	Reparar Inmediatamente
Cdla. 1ro de Mayo	Conector	Falso Contacto	38.2	4	Reparar Inmediatamente
Cdla. 1ro de Mayo	Conector	Falso Contacto	126.9	4	Reparar Inmediatamente
Avda. Guayaquil	Bushing	Ninguna	20.7	1	Requiere más Información
Avda. Caracas	Conector	Falso contacto	21.7	2	Reparar en la próxima parada
Calle 7 de Mayo	Fusibles NH	Falso Contacto	45.00	2	Reparar en la próxima parada
Calle 7 de Mayo	Conector	Falso Contacto	25.2	2	Reparar en la próxima parada
Selva Alegre	Conector	Falso Contacto	96.1	4	Reparar Inmediatamente
Selva Alegre	Bushing	Ninguna	26.6	1	Requiere más Información
Genera Enríquez	Bushing	Falso contacto	45.6	2	Reparar en la próxima parada
Avda. Eliza Mariño	Conector	Falso Contacto	97.9	4	Reparar Inmediatamente

4.2.1. Interpretación de los resultados de Transformadores.

Tabla 4.4 Resumen Termográfico de resultados de Transformadores.

Fuente: Autor

Clasificación de Fallas	Total	Nivel de Severidad	Porcentaje
Elementos Analizados	16		100,00%
Equipos con Posible Deficiencia	3	1	18,75%
Equipos con Probable Deficiencia	4	2	25,00%
Equipos con Deficiencia	0	3	0,00%
Equipos con Deficiencia Mayor	9	4	56,25%

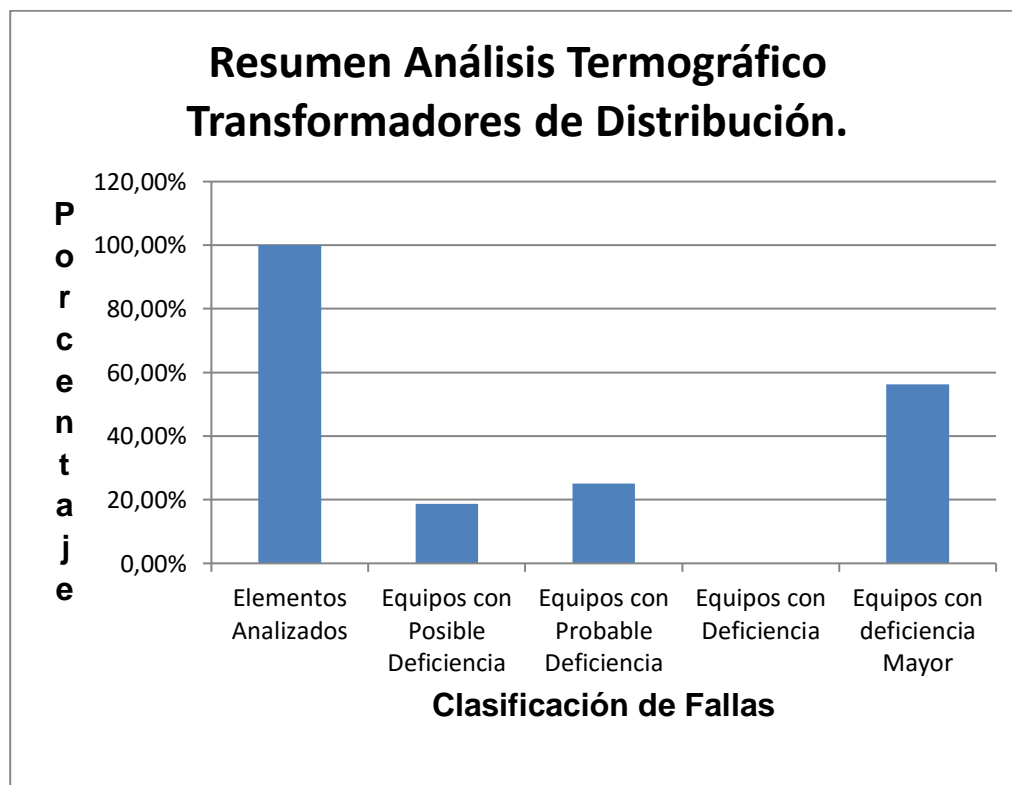


Figura 4.2 Análisis Termográfico de Transformadores de Distribución.
Fuente: Autor.



CAPÍTULO: V

Conclusiones.

- Con la termografía realizada a lo largo del alimentador Guanujo Centro y Transformadores de distribución se ha encontrado puntos calientes entre los cuales los más críticos son en las bajantes de los transformadores, puntos de conexión y bushing.
- Es importante señalar que el análisis que se ha realizado con la termografía permite detectar las fallas en los elementos y accesorios externos ya que en el interior de los mismos se genera un análisis térmico muy difuso.
- Al no existir un plan de mantenimiento determinado, los operadores y personal técnico esperan que exista una falla para poder ejecutar los trabajos en los diferentes equipos, por tal razón resulta ineficiente el mantenimiento, debido a estos factores se plantea este plan de mantenimiento mediante la técnica de termografía.
- El análisis termográfico permitió elaborar un plan de mantenimiento predictivo en base a cronogramas de mantenimiento utilizando software aplicado de la cámara FLIR T-400, que es un programa muy interactivo con el usuario que está diseñado para poder ingresado todos los parámetros y generar un reporte y se pueda determinar los puntos para que sean corregidos y a la vez sirve como bitácoras de mantenimiento para llevar un control de todos los elementos intervenidos
- Es importante que el área de mantenimiento, una vez que existe este reporte de la atención inmediata para que se pueda corregir todas las anomalías encontradas en el análisis termográfico, ya que servirá como antecedente para que se pueda continuar con los estudio y elaboración de reportes de los demás alimentadores que lo conforma la CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.



- En la inspección realizada se observa los elementos que forman parte del alimentador primario se encuentran en buen estado con algunas pequeñas deficiencias o anomalías.
- En transformadores de distribución se observa mayores puntos críticos especialmente en las bajantes en bajo voltaje que deben ser intervenidos de manera inmediata.

Recomendaciones.

- Es necesario generar un registro identificando todos los puntos críticos del alimentador para poder realizar un mantenimiento continuo y así mantener protegidas las instalaciones siempre teniendo en cuenta que elemento fue intervenido y reemplazado.
- Al momento de realizar las pruebas de termografía, se recomienda al personal técnico respetar las normas de seguridad vigentes por cada empresa, utilizar todos los equipos de protección personal y así evitar todo riesgo que ponga en peligro la vida. Además es necesario que se lo realice por lo menos dos (2) técnicos, ya que no es recomendable que lo realice una sola persona, y así la otra persona vigila la ubicación y garantiza la seguridad de su compañero.
- Además se debe evitar absolutamente el contacto físico con cualquier equipo o elemento que forma parte de un sistema eléctrico, ya que este trabajo se realiza a distancia.
- Para este trabajo de termografía es necesario mantener la concentración para la toma de pruebas una vez determinado todos los puntos críticos y elaborado los planes de mantenimiento correctivo para su intervención es necesario se realice este trabajo en caliente para de esta manera no sean afectados los índices de calidad de energía.
- Es importante implementar un plan de mantenimiento predictivo mediante la técnica de termografía ya implementada en uno de los diferentes



alimentadores obteniendo buenos resultados y así evitar cortes de servicio eléctrico a los consumidores finales.

- Se recomienda aplicar la homologación de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica en todas las instalaciones eléctricas tales como seccionadores y transformadores una vez que se vayan a intervenir de acuerdo a los trabajos programados.

Bibliografía

- ARCONEL. (2017). Regulación Arconel. *Regulacion 002/10*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- BAUTISTA TONATO, J. N. (2013). “DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO MEDIANTE. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- DISPAC. (01 de 03 de 2015). Manual de Mantenimiento para redes eléctricas alta media y baja tensión. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- DUQUE POSADA, B. S. (02 de 12 de 2016). DISEÑO DE RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA (BAJA . 2016. Pereira, Risaralda.
- Enerisis. (01 de 10 de 2017). https://www.eneldistribuido.com.br/ce/documentos/E-BT-002_R-04.pdf
- GAMMA. (15 de 05 de 2013). <http://www.gamma.com.co/aisladores-vidrio-marca-gamma-cadenas-suspension-retencion/>
- GIMIM. (2018). <http://www.medidoresdresser.com/testo/academia/termografia-basica/diseno-y-funciones/componentes-de-una-camara-termografica/>
- Herschel, S. W. (2011). Guía de Termografía para mantenimiento Predictivo . 47.
- IMELEC. (01 de 2016). <http://www.imelec.ec/web/es/productos/3/aisladores/conector-dentado-estanco-cdp-95>
- LARA PAZMIÑO, D. F. (2017). <http://www.ecuatran.com/es/tipos-de-mantenimiento>



Leaño Zurita, F. (31 de 03 de 2017).

<https://es.scribd.com/document/343584507/Clasificacion-de-Severidad-Termografica-NETA>

MEER. (03 de 06 de 2011). www.unidadesdepropiedad.com/

MOSQUERA AVILA, G. A. (Julio de 2015). OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE MANTENIMIENTO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICA BASADO EN EL RIESGO DE LA OCURRENCIA DE FALLAS DE SUS EQUIPOS.

Cuenca, Azuay, Ecuador.

Muñoz, E. (03 de 06 de 2016). Versión 1 generado 3/6/2016 fabricado para Edgar Muñoz <http://nexans.com>

Ordoñez Sanclemente, J. P. (01 de 02 de 2010). Mantenimiento de Sistemas Eléctricos de Distribución. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Promelsa. (01 de 03 de 2012). Recuperado el 25 de 08 de 2018, de www.promelsa.com.pe/pdf/foll_flir.pdf

Revillas, S. M. (2011). *Guia de la Termografía Infrarroja*. Madrid.

Roa., A. Y. (27 de 01 de 2015). Obtenido de

http://www.ecofield.net/Legales/LRT/res592-04_SRT.htm

Santander, U. I. (09 de 06 de 2010). Guia de Mantenimiento Red Eléctrica.

Series, E. B. (04 de 2015). <http://www1.cooperbusmann.com/pdf/06f5ea55-0539-4bb5-9268-e1271dfe1d45.pdf>

Sexto, L. F. (04 de 07 de 2017). Obtenido de

<http://planetrams.iusiani.ulpgc.es/?p=2261&lang=es>

TERMOGRAM. (2018). <https://termogram.com/servicios/calibracion-de-camaras-infrarrojas>

WIKIPEDIA. (20 de 06 de 2015). Recuperado el 28 de 07 de 2018, de

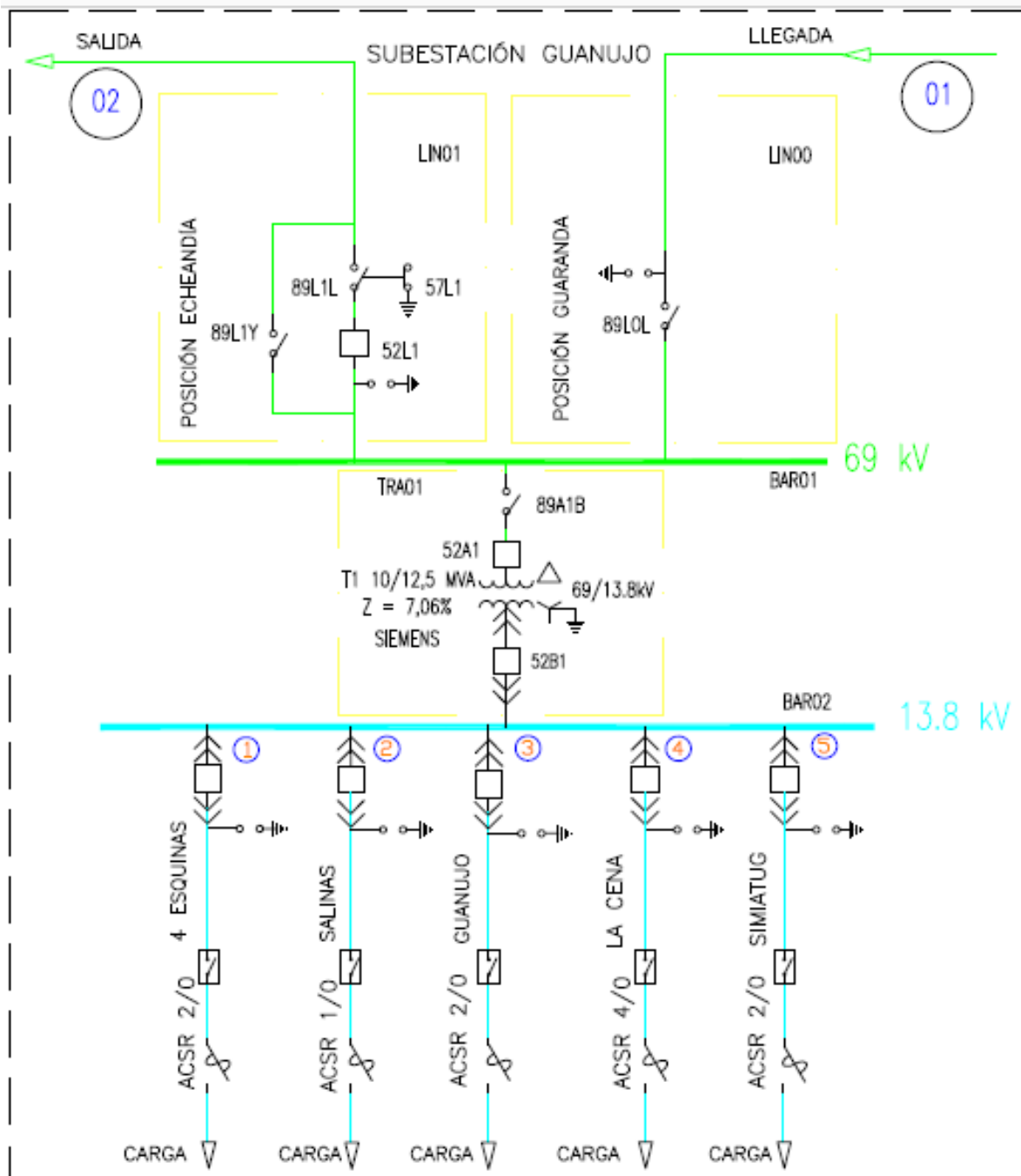
https://es.wikipedia.org/wiki/Aislador_polim%C3%A9rico

YÉPEZ BENNETT, F. V. (2016). "ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE LA SUBESTACIÓN SAN LORENZO Y SU ALIMENTADOR PRIMARIO PRINCIPAL PARA ELABORAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO". Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Anexo 2 Patio Subestación Guanujo.



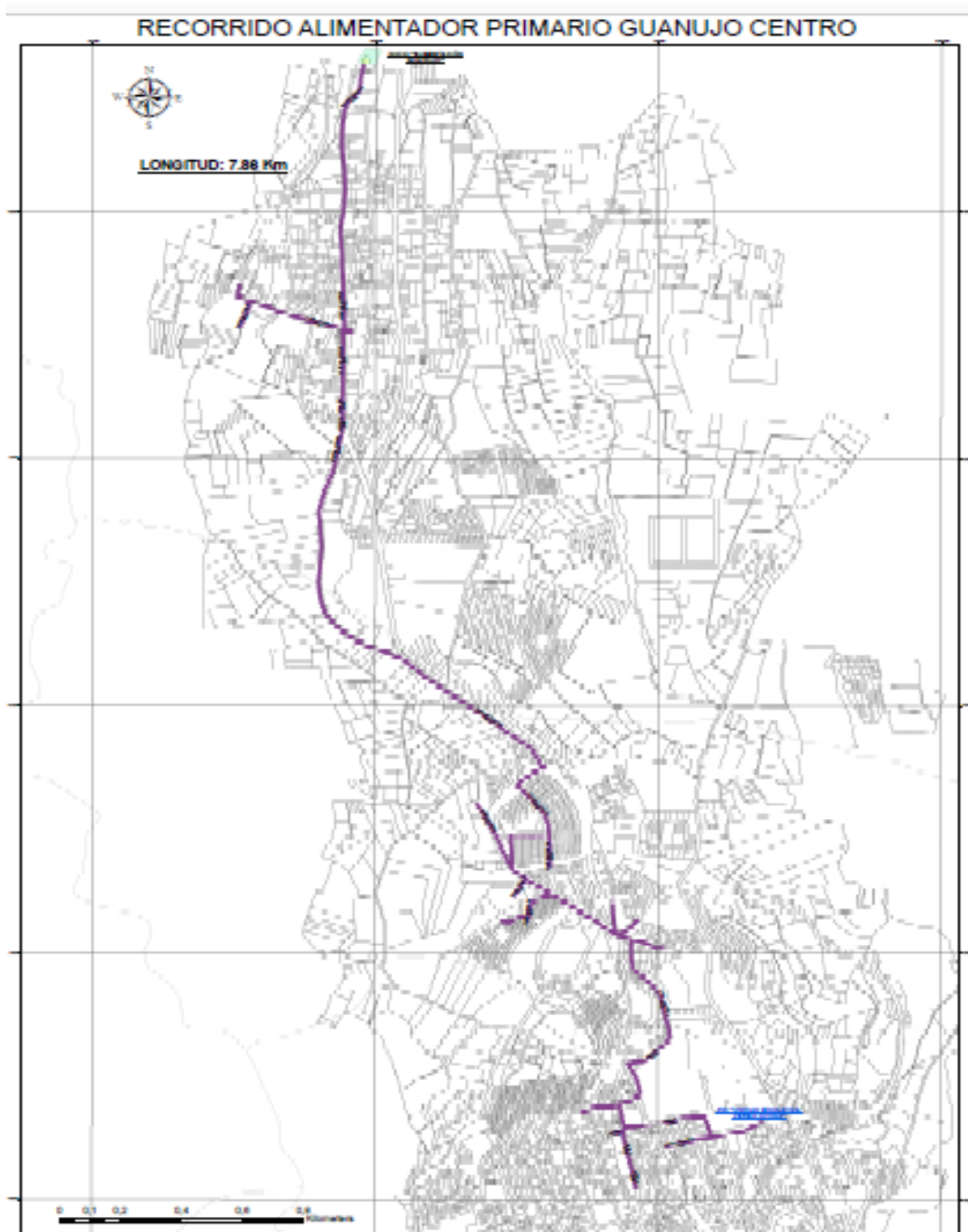
Anexo 3 Diagrama Unifilar Subestación Guanujo y Alimentadores



Anexo 4 Simbología

SIMBOLOGÍA	
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA, 2 DEVANADOS
	DISYUNTOR
	PARARRAYOS
	INTERRUPTOR DE ACEITE DESENGANCHABLE
	SECCIONADOR DE CUCHILLAS
	SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
	SECCIONADOR DE CUCHILLAS CON PUESTA A TIERRA Y ENCLAVAMIENTO MECANICO
	VOLTAJE 69KV
	VOLTAJE 13.8KV
	VOLTAJE 7.9 KV
	DELIMITACIÓN BAHIA
1	4 ESQUINAS
2	SALINAS
3	GUANUJO
4	LA CENA
5	SIMIATUG
UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR	
CONTIENE.-	
DIAGRAMA UNIFILAR	
REVISADO POR: Ing. César Vélez	
REALIZADO POR: Diego Gallo	

Anexo 5 Recorrido del Alimentador Guanujo Centro



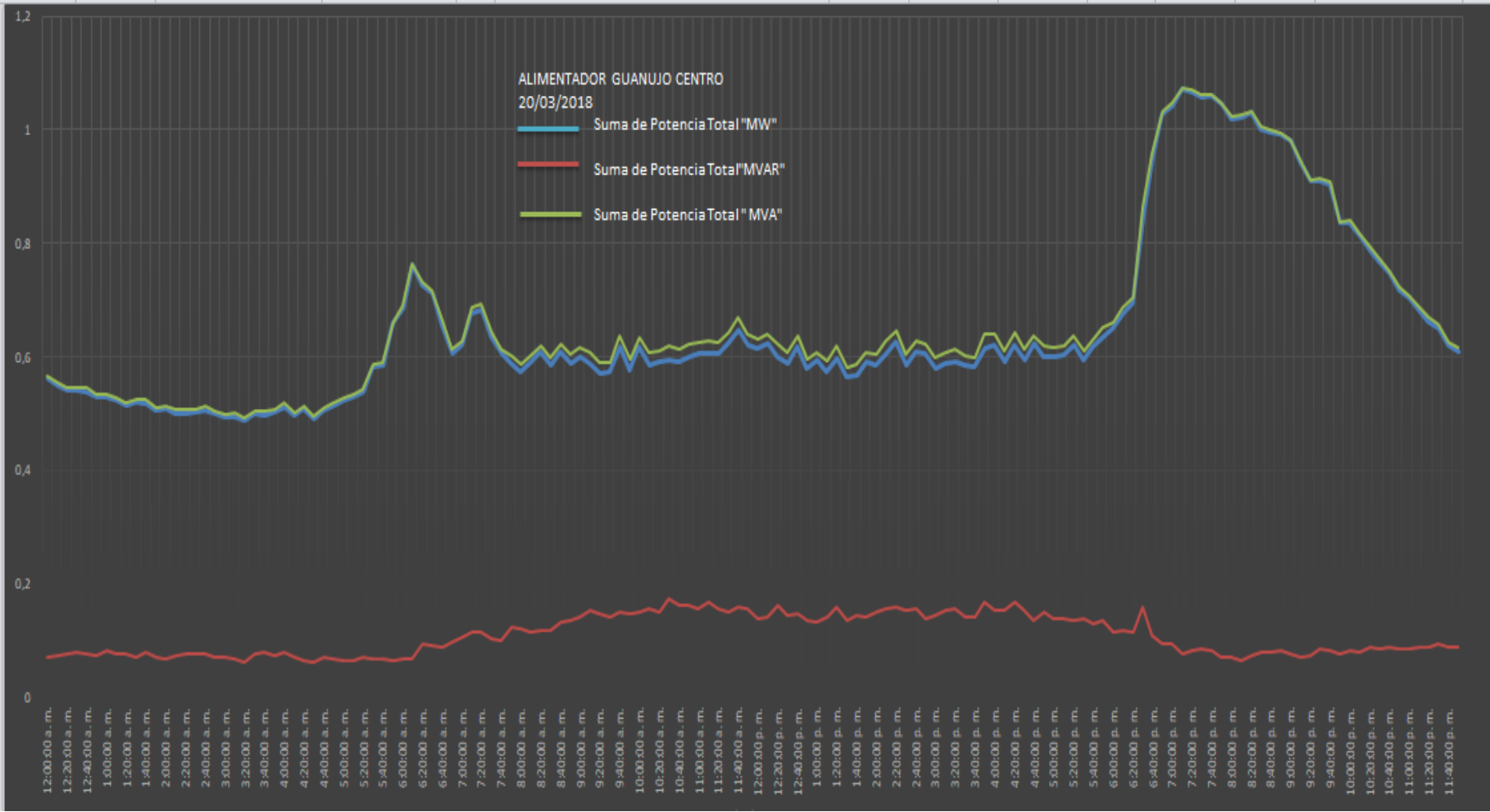
Anexo 6 DEMANDA ALIMENTADORES CNEL EP BOLÍVAR MARZO 2018

N°	SUBESTACIÓN	ALIMENTADOR	Potencia Trafo	Fecha	CORRIENTE (A)			Potencias									Factor de Potencia Dmax
								MÁXIMA			MÍNIMA			MEDIA			
					A	B	C	MW	MVA	MVAR	MW	MVA	MVAR	MW	MVA	MVAR	
1	GUARANDA	VINCHOA	10 MVA	20/03/2018	22,66	51,44	24,26	0,761	0,764	0,063	0,224	0,236	0,075	0,355	0,360	0,058	0,997
2		1ro DE MAYO		5/03/2018	61,08	64,46	60,40	1,434	1,438	0,119	0,596	0,604	0,096	1,044	1,052	0,128	0,997
3		MALDONADO		7/03/2018	55,00	71,54	64,82	1,468	1,481	0,193	0,631	0,654	0,173	0,975	1,003	0,236	0,992
4		CHIMBO		21/03/2018	90,43	93,97	109,36	2,215	2,246	0,376	0,927	0,955	0,229	1,365	1,390	0,265	0,986
5	GUANUJO	GUANUJO CENTRO	10 MVA	20/03/2018	66,14	36,79	42,68	1,154	1,158	0,098	0,495	0,501	0,075	0,697	0,705	0,108	0,996
6		LA CENA		13/03/2018	13,89	30,34	24,16	0,543	0,543	0,011	0,157	0,157	0,006	0,274	0,274	0,000	1,000
7		SALINAS		6/03/2018	12,95	7,81	8,81	0,207	0,238	0,118	0,077	0,077	0,004	0,137	0,137	0,007	0,869
8		CUATRO ESQUINAS		5/03/2018	64,04	48,69	40,36	1,213	1,214	0,052	0,528	0,532	0,063	0,708	0,712	0,066	0,999
9		SIMIATUG		14/03/2018	40,84	38,18	24,72	0,823	0,824	0,047	0,288	0,291	0,045	0,443	0,447	0,055	0,998
10	COCHABAMBA	SAN MIGUEL	10 MVA	7/03/2018	49,38	56,58	45,41	1,160	1,175	0,189	0,466	0,490	0,151	0,680	0,701	0,172	0,987
11		BALSAPAMBA		11/03/2018	78,80	86,07	80,89	1,865	1,903	0,378	0,338	0,339	0,026	0,685	0,696	0,126	0,980
12		TELIMBELA		21/03/2018	0,68	0,82	0,00	0,011	0,012	0,003	0,002	0,005	0,004	0,005	0,007	0,004	0,961
13		SAN PABLO 2		30/03/2018	1,48	0,91	0,25	0,019	0,020	0,008	0,011	0,013	0,007	0,013	0,015	0,007	0,926
14	SICOTO	CHILLANES	10 MVA	20/03/2018	46,11	36,23	34,97	0,921	0,926	0,094	0,367	0,376	0,082	0,531	0,534	0,061	0,995
15		SAN PABLO		13/03/2018	45,69	49,00	58,82	1,209	1,214	0,108	0,390	0,405	0,110	0,614	0,625	0,114	0,996
16		SAN JOSÉ DEL TAMBO		10/03/2018	15,25	22,65	19,57	0,438	0,455	0,122	0,217	0,228	0,070	0,254	0,270	0,091	0,964
17	ECHEANDÍA	LAS NAVES	10 MVA	21/03/2018	67,80	61,14	68,51	1,419	1,492	0,458	0,682	0,724	0,245	0,908	0,981	0,372	0,952
18		ECHEANDÍA CENTRO		9/03/2018	26,39	23,91	42,43	0,677	0,706	0,198	0,314	0,340	0,129	0,430	0,471	0,192	0,960
19		SABANETILLAS		14/03/2018	27,36	24,38	29,89	0,597	0,625	0,186	0,273	0,293	0,105	0,362	0,402	0,174	0,955
20		CAMARÓN		1/03/2018	7,71	11,81	7,46	0,203	0,206	0,038	0,075	0,075	0,002	0,123	0,127	0,032	0,983
21	CALUMA	ECHEANDÍA	5 MVA	8/03/2018	4,11	5,85	38,75	0,349	0,378	0,145	0,033	0,035	0,011	0,067	0,068	0,010	0,923
22		PITA		14/03/2018	17,72	18,78	22,50	0,437	0,455	0,125	0,193	0,215	0,095	0,260	0,280	0,104	0,962
23		PASAGUA		23/03/2018	5,27	5,10	2,29	0,098	0,098	0,004	0,042	0,042	0,002	0,052	0,052	0,005	0,999
24		CALUMA CENTRO		6/03/2018	57,83	51,24	41,53	1,107	1,141	0,276	0,455	0,482	0,161	0,714	0,770	0,287	0,970

Anexo 7 DEMANDA SUBESTACIÓN GUANUJO DE CNEL EP BOLÍVAR MARZO 2018

N°	SUBESTACIÓN	ALIMENTADOR	Potencia Trafo	Fecha	CORRIENTE (A)			Potencias									Factor de Potencia Dmax
					A	B	C	MÁXIMA			MÍNIMA			MEDIA			
								MW	MVA	MVAR	MW	MVA	MVAR	MW	MVA	MVAR	
1	GUANUJO	GUANUJO CENTRO	10 MVA	20/03/2018	66,14	36,79	42,68	1,154	1,158	0,098	0,495	0,501	0,075	0,697	0,705	0,108	0,996
2		LA CENA		13/03/2018	13,89	30,34	24,16	0,543	0,543	0,011	0,157	0,157	0,006	0,274	0,274	0,000	1,000
3		SALINAS		6/03/2018	12,95	7,81	8,81	0,207	0,238	0,118	0,077	0,077	0,004	0,137	0,137	0,007	0,869
4		CUATRO ESQUINAS		5/03/2018	64,04	48,69	40,36	1,213	1,214	0,052	0,528	0,532	0,063	0,708	0,712	0,066	0,999
5		SIMIATUG		14/03/2018	40,84	38,18	24,72	0,823	0,824	0,047	0,288	0,291	0,045	0,443	0,447	0,055	0,998

Anexo 8 CURVA DE CARGA.



**Anexo 9 Análisis de Calidad de Energía en Transformadores de Alimentador
Guanujo Centro.**

FICHA TÉCNICA		ENE-2018-COB-CAL-01	
CARACTERÍSTICAS:			
Código GIS de trafo:	20815		
Capacidad kVA:	15		
Número de abonados:	25		
Número de luminarias	10		
Código Poste GIS:	216392		
Alimentador:	Guanujo - Centro		
UBICACIÓN:			
Dirección:	Calle Simón Bolívar		
Longitud:	721.472,00		
Latitud:	9.827.962,00		
Altura:	2923 msnm		
DATOS MEDIDOS:			
PERÍODO	Fecha Hora: 13/01/2018 18:50:00 - 20/01/2018 17:30:00		
VOLTAJE (V) F - N	Fase 1	Fase 2	
Máxima	130,47	130,58	
Mínima	121,90	121,80	
Promedio	126,21	126,54	
VOLTAJE (V) F - F	Fase 1	Fase 2	
Máxima	225,98	226,17	
Mínima	211,14	210,96	
Promedio	218,61	219,17	
CORRIENTE (A)	Fase 1	Fase 2	
Máxima	194,50	229,60	
Mínima	12,60	23,50	
Promedio	57,39	77,50	
POTENCIA	kW	Factor de Potencia	
Máxima	21,93	0,98	
Mínima	2,18	0,34	
Promedio	6,19	0,73	
DATOS CALCULADOS:			
POTENCIA	kVA	kVAR	
Máxima	22,36	12,00	
Mínima	6,34	0,41	
Promedio	8,50	2,65	
VARIACIONES DE VOLTAJE	FUERA DE LIMITE F1 [%]	FUERA DE LIMITE F2 [%]	
Flicker	0,10	0,21	
% CARGA A DEMANDA MÁXIMA EN PERÍODO INDICADO	140%		



FICHA TÉCNICA		FEB-2017-COB-CAL-05	
CARACTERÍSTICAS:			
Código GIS de trafo:	20834		
Capacidad kVA:	25		
Número de abonados:	26		
Número de luminarias	15		
Código Poste GIS:	217081		
Alimentador:	Guanujo - Centro		
UBICACIÓN:			
Dirección:	Cdla. Primero de Mayo		
Longitud:	722077		
Latitud:	9825469		
Altura:	2923 msnm		
DATOS MEDIDOS:			
PERÍODO	Fecha Hora: 12/02/2018 14:10:00 - 19/02/2018 14:00:00		
VOLTAJE (V) F - N	Fase 1	Fase 2	
Máxima	125,09	125,30	
Mínima	117,61	117,72	
Promedio	121,61	121,72	
VOLTAJE (V) F - F	Fase 1	Fase 2	
Máxima	216,66	217,03	
Mínima	203,71	203,90	
Promedio	210,63	210,82	
CORRIENTE (A)	Fase 1	Fase 2	
Máxima	258,26	126,05	
Mínima	83,88	3,51	
Promedio	205,52	30,72	
POTENCIA	kW	Factor de Potencia	
Máxima	24,19	0,99	
Mínima	2,68	-0,99	
Promedio	12,14	-0,51	
DATOS CALCULADOS:			
POTENCIA	kVA	kVAR	
Máxima	24,46	7,20	
Mínima	-2,71	-11,33	
Promedio	-23,79	-2,49	
VARIACIONES DE VOLTAJE	FUERA DE LIMITE F1 [%]	FUERA DE LIMITE F2 [%]	
Flicker	0,00	0,00	
% CARGA A DEMANDA MÁXIMA EN PERÍODO INDICADO	98%		



FICHA TÉCNICA		MAR-2018-COB-CAL-06	
CARACTERÍSTICAS:			
Código GIS de trafo:	20833		
Capacidad kVA:	25		
Número de abonados (GIS):	58		
Número de luminarias (GIS):	14		
Código Poste GIS:	217066		
Alimentador:	Guanujo - Centro		
UBICACIÓN:			
Dirección:	Cdla. Primero de Mayo entrada a Joyocoto		
Longitud:	722.133,000		
Latitud:	9.825.578,000		
Altura:	2923 msnm		
DATOS MEDIDOS:			
PERÍODO	Fecha Hora: 15/03/2018 18:10:00 - 22/03/2018 17:00:00		
VOLTAJE (V) F - N	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Máxima	126,19	126,76	
Mínima	116,72	118,92	
Promedio	122,41	123,39	
VOLTAJE (V) F - F	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Máxima	218,57	219,55	
Mínima	202,16	205,98	
Promedio	212,03	213,71	
CORRIENTE (A)	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Máxima	239,74	237,37	
Mínima	52,48	18,32	
Promedio	128,09	81,83	
POTENCIA	kW	Factor de Potencia	
Máxima	28,05	0,99	
Mínima	5,37	0,49	
Promedio	13,10	0,85	
DATOS CALCULADOS:			
POTENCIA	kVA	kVAR	
Máxima	28,48	13,03	
Mínima	10,87	1,33	
Promedio	15,35	3,91	
VARIACIONES DE VOLTAJE	FUERA DE LIMITE F1 [%]	FUERA DE LIMITE F2 [%]	
Flicker	0,00	0,00	
% CARGA A DEMANDA MÁXIMA EN PERÍODO INDICADO	114%		