



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
*Previo a la obtención del título de*  
**INGENIERO ELÉCTRICO**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

***“Levantamiento y detección de puntos calientes para la predicción de averías en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2”***

**AUTORES:** Vega Mendoza Jorge Darío  
Vera Rosado Lady Diana

**TUTOR:** Ing. Ítalo Humberto Navarrete García Mg. Sc.

**REVISORA:** PhD: Yolanda Llosas Albuerne

PORTOVIEJO – MANABÍ - ECUADOR

2017

## **1. DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo está dedicado principalmente a Dios y a las personas que me enseñaron a ir por el camino correcto formándome moral y éticamente. A mi madre Liliana Mendoza Casanova por su cariño incondicional y ese apoyo constante para no dejarme decaer y siempre darme esas fuerzas para continuar a lo largo de mi vida, a mi padre Jorge Vega Mero por ser ese claro ejemplo de perseverancia, humildad, sencillez y sobre todo sabiduría para saber escoger la misma profesión que tanto nos apasiona, siendo así mi modelo a seguir para llegar al camino del éxito.

A mi esposa Zuleika Chávez Muñoz que con todo el amor y cariño existente ha sabido apoyarme en todos los momentos a lo largo de mi etapa estudiantil. A mi hijo Jorge Darío Vega Chávez quien con su inocencia y ternura ha sido mi sustento emocional.

A mis hermanas Denisse y Scarleth Vega Mendoza, quienes me apoyaron con su claro amor de hermanos y nunca me dejaron decaer en busca de mis metas.

A mis demás familiares y amigos muchas gracias por esas voces de apoyo y fueron fuente de inspiración para mí.

*Vega Mendoza Jorge Darío*

*AUTOR*

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo al igual que la culminación de mi carrera va dedicado principalmente a Dios, por haber puesto a las personas correctas en mi vida que me dieron los ánimos en los momentos que pensé en desistir, entre esas personas especialmente a mi padre, que se esforzó y sacrificó diariamente para brindarme su apoyo incondicional con el anhelo de que salga adelante y me realice profesionalmente, a mi madre quien con su amor y preocupación diaria permitieron que no desista de mi meta, a mis hermanos por su ayuda incondicional y a mi familia que siempre estuvieron pendientes de mí.

También dedico este trabajo a los docentes del país, héroes anónimos que día a día buscan a través de su labor, el fortalecimiento de nuestra educación en aras de una sociedad participativa y democrática.

*Vera Rosado Lady Diana*

*AUTORA*

## **2. AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro agradecimiento a:

La Universidad Técnica de Manabí, por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

La Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas, y Químicas, por ser un excelente espacio de formación y estudio. Por darnos el privilegio de tener clases con profesores y profesoras de gran valía. La Escuela de Ingeniería Eléctrica, por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de nuestra carrera universitaria.

A mi tutor de tesis Ing. Ítalo Navarrete García Mg.Sc. y revisor PhD. Yolanda Llosas Albuerne por su esfuerzo y dedicación, al director titulación Ing. Carlos Centeno quienes han sido nuestra guía y apoyo para que podamos terminar el trabajo con éxito.

A todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, por brindarme sus conocimientos científicos, técnicos y prácticos, necesarios para poder realizarnos como profesional en Ingeniería Eléctrica.

¡Gracias eterna a todos!

Vega Mendoza Jorge Darío

Vera Rosado Lady Diana

**AUTORES**

### 3. CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN.

## CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente señor Ingeniero Ítalo Navarrete García Mg. Sc., docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas; en mi calidad de tutor del trabajo de titulación **“Levantamiento y detección de puntos calientes para la predicción de averías en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2”**, desarrollado por los profesionistas, señor: Vega Mendoza Jorge Darío y señorita: Vera Rosado Lady Diana; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Artículo 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

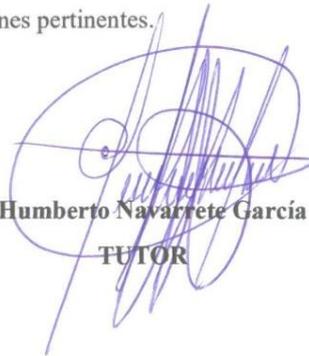
- Se verificó que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes.

Ing. Ítalo Humberto Navarrete García Mg. Sc.

TUTOR



#### 4. INFORME DE LA REVISORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de investigación, que lleva por tema: **“Levantamiento y detección de puntos calientes para la predicción de averías en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2”**, desarrollado por el señor: Vega Mendoza Jorge Darío, con la cédula No: 130909405-8 y la señorita: Vera Rosado Lady Diana con cédula No. 131448541-6, previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, bajo la tutoría y control del señor Ingeniero Ítalo Navarrete García, Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, cumpliendo con todos los requisitos del nuevo Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumplo con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, su autor:

- Ha respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio.
- Ha aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados.
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidenciada en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.



**Firma: PhD, Ing. Yolanda Llosas Albuerne**  
**REVISORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## 5. DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTORES

Quienes firmamos la presente, profesionistas señor: Vega Mendoza Jorge Darío y señorita: Vera Rosado Lady Diana, en calidad de autores del trabajo de titulación realizado sobre **“Levantamiento y detección de puntos calientes para la predicción de averías en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2”**, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas



**Vega Mendoza Jorge Darío**



**Vera Rosado Lady Diana**

**AUTORES**

## 6. ÍNDICE

CAPÍTULO I .....	1
<b>1.1. Tema:</b> .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	1
1.2.1. Descripción de la realidad problemática .....	5
1.2.2. Formulación del problema .....	6
<b>1.3. Inmersión inicial en el campo</b> .....	7
1.3.1. Concepto de energía .....	7
1.3.2. Punto Caliente .....	7
1.3.3. Problemas de contacto .....	12
1.3.4. El uso de las nuevas tecnologías en sistemas eléctricos .....	12
1.3.5. Exploración de la problemática. ....	12
1.3.6. El uso de las cámaras termográficas .....	13
1.3.7. Líneas de transmisión y distribución .....	14
1.3.8. Tensiones utilizadas .....	17
1.3.9. Un punto caliente tiene su origen por diversos factores .....	17
1.3.10. Resistencia del conductor .....	18
1.3.11. Predicción de averías .....	18
1.3.12. El mantenimiento preventivo .....	18
1.3.13. Inspección visual y mecánica de los conductores de distribución .....	18
1.3.14. Criterios de diseño para el mantenimiento predictivo basado en termografía .....	19
1.3.15. Las pérdidas de energía .....	19
1.3.16. El riesgo eléctrico .....	19
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	20
1.4.1. Variable dependiente: .....	20
1.4.2. Variable independiente: .....	20
1.4.3. Verificación de la hipótesis .....	20
<b>1.5. Objetivos</b> .....	21
<b>1.5.1. El objetivo general</b> .....	21
<b>1.5.2. Objetivos específicos</b> .....	21
<b>1.5.3. Verificación de objetivos</b> .....	21
1.6. Nivel de investigación .....	22
1.7. Método .....	22

1.8. Técnicas .....	22
1.8.1. Entrevista .....	22
1.8.2. Observación.....	23
1.8.3. Termografía.....	23
1.8.4. Revisión de bibliografía. ....	25
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1. Población y muestra</b> .....	<b>26</b>
2.2. Recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados .....	26
<b>2.3. Elaboración del reporte de los resultados.</b> .....	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>39</b>
3. El Plan de Mantenimiento por el método tradicional.....	39
3.1. Mantenimiento Correctivo.....	39
3.2. Mantenimiento predictivo .....	39
3.3. Procesamiento de datos .....	40
3.4. Mantenimiento predictivo y sus ventajas.....	40
3.5. Técnicas de mantenimiento predictivo .....	41
3.6. El mantenimiento preventivo.....	41
3.6.1. Inspección total .....	42
3.6.2. Lavado de aislamiento .....	44
3.6.3. Desbroce de árboles.....	45
3.6.3.1. Desbroce en dirección transversal de las redes eléctricas .....	45
3.6.3.2. Desbroce de maleza debajo de las redes eléctricas .....	45
3.6.3.3. Procedimiento para la realización de la poda.....	45
3.6.4. Inspección de Puntos de Conexión .....	46
<b>3.7. Exploración de la problemática</b> .....	<b>47</b>
<b>3.7.1. Resultados de la inspección visual</b> .....	<b>47</b>
<b>3.7.2. Resultados del estudio técnico en los alimentadores</b> .....	<b>67</b>
<b>3.8. Análisis estadístico de los datos recopilados</b> .....	<b>82</b>
<b>Capítulo IV</b> .....	<b>89</b>
4. Consideraciones finales .....	89
<b>4.1. Conclusiones</b> .....	<b>89</b>
<b>4.2. Recomendaciones</b> .....	<b>91</b>
<b>6. Presupuesto</b> .....	<b>92</b>
<b>7. Cronograma valorado</b> .....	<b>93</b>

<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 1. ENTREVISTA .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo 2. Datos técnicos de la cámara termográfica .....</b>	<b>98</b>
<b>Anexo 3. Informes técnicos termográficos.....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 4. Evidencias del trabajo de la inspección técnica .....</b>	<b>145</b>

## **7. Resumen**

Se puede afirmar que actualmente el desarrollo de la sociedad marcha a la par que el desarrollo energético. La confiabilidad del servicio eléctrico resulta un elemento clave en el ritmo de dicho desarrollo. En el trabajo se muestra un análisis relacionado con la posibilidad de detección adelantada de fallos en el sistema eléctrico, principalmente los que están relacionados con los puntos calientes. En el capítulo 1 se realiza una evaluación de la situación problemática relacionada con la calidad del servicio eléctrico y la influencia que en ello tienen los puntos calientes en la provincia de Manabí y especialmente en la ciudad de Portoviejo. Se realiza la inmersión en el campo de estudio, donde entre otros aspectos se abordan los temas relacionados con el concepto de energía, punto caliente, las cámaras termográficas y su utilidad en la detección adelantada de los puntos calientes, los problemas de contacto, las líneas de transmisión y distribución, resistencia del conductor, predicción de averías, el mantenimiento preventivo y la inspección visual, se expone además la hipótesis donde se plantea que: la detección de puntos calientes con ayuda de la cámara termográfica, podrá mejorar la predicción de averías en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, se realiza la operacionalización de las variables dependiente e independiente, se exponen los objetivos generales y específicos, el nivel de la investigación, el método y las técnicas. En el capítulo 2 se expone lo relacionado con la población muestra, la recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados, se muestra el reporte de los resultados mediante un conjunto de tablas y figuras relacionadas con la realización de las inspecciones técnicas y la detección de los puntos calientes, así como de otros desperfectos y problemas técnicos, se expone el modelo metodológico puesto en práctica para realizar las inspecciones técnicas con el uso de la cámara termográfica y se analizan los requisitos para la realización de dichos trabajos. En el capítulo 3 se exponen las consideraciones finales, donde se ofrecen las conclusiones y recomendaciones, así como se muestra la bibliografía utilizada durante la investigación. Finalmente se exponen los anexos del trabajo, donde se muestra la entrevista técnica, los datos técnicos de la cámara termográfica utilizada, los informes técnicos elaborados y las evidencias del trabajo desarrollado.

## **8. Abstract**

It can be affirmed that at the moment the development of the society runs along with the energy development. The reliability of the electric service is a key element in the pace of such development. The work shows an analysis related to the possibility of early detection of faults in the electrical system, mainly those related to hot spots. Chapter 1 presents an assessment of the problematic situation related to the quality of the electric service and the influence of hot spots in the province of Manabí and especially in the city of Portoviejo. Immersion is carried out in the field of study, where, among other aspects, the topics related to the concept of energy, hot spot, thermographic cameras and their usefulness in the detection of hot spots, contact problems, lines Transmission and distribution, driver resistance, fault prediction, preventive maintenance and visual inspection, the hypothesis is also presented where it is proposed that: the detection of hot spots with the help of the thermal imager can improve the prediction of failures in The feeders 21, 22 and 23 of the Portoviejo 2 substation, the operationalization of the dependent and independent variables is performed, the general and specific objectives, the level of research, the method and the techniques are presented. Chapter 2 discusses the sample population, the data collection and analysis, and the interpretation of the results. The results report is shown through a set of tables and figures related to the performance of the technical inspections and the Detection of hot spots, as well as other flaws and technical problems, the methodological model put into practice to perform the technical inspections with the use of the thermal imager is discussed and the requirements for the realization of these works are analyzed. Chapter 3 presents the final considerations, where the conclusions and recommendations are presented, as well as the bibliography used during the research. Finally, the annexes of the work are presented, showing the technical interview, the technical data of the thermographic camera used, the technical reports elaborated and the evidences of the work developed.

## SIMBOLOGÍA

MT	Media Tensión
BT	Baja Tensión
DOM	Departamento de Operación y Mantenimiento
CNEL-EP	Corporación Nacional de Electrificación
G.D.C.C.D.L	Grapa de derivación en caliente conectada directamente en la línea
G.D.C.C.E.	Grapa de derivación en caliente conectada en el estribo
G.R	Grapa de retención
C.C	Conductor canastillado
E.E.L	Empalmes eléctricos en la línea
A.C.A	Amarre de conductor y aislador
P.C	Punto caliente
3CD	Trifásica-Centrada-Doble Retención o Doble Terminal
3CP	Trifásica-Centrada-Pasante o Tangente
3CR	Trifásica-Centrada-Retención o Terminal
3SA	Trifásica-Semicentrada-Angular
3SP	Trifásica-Semicentrada-Pasante o Tangente
3SD	Trifásica-Semicentrada-Doble Retención o Doble Terminal
3SR	Trifásica-Semicentrada-Retención o Terminal
3VA	Trifásica-en Volado-Angular
3VP	Trifásica-en Volado-Pasante o Tangente
3VR	Trifásica-en Volado-Retención o Terminal
3VD	Trifásica-en Volado-Doble Retención o Doble Terminal

# CAPÍTULO I

## 1.1. Tema:

“Levantamiento y detección de puntos calientes para la predicción de averías en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2”.

## 1.2. Planteamiento del problema

Antes del año 1800, el estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos sólo interesó a unos cuantos científicos, como W. Gilbert, C. A. de Coulomb, L. Galvani, Otto Von Guericke, Benjamín Franklin, o Alessandro Volta. Algunos otros hicieron importantes contribuciones al aún insuficiente y fragmentado conocimiento de la electricidad, pero en aquel tiempo no se conocían todavía sus aplicaciones y los estudios sólo fueron motivados por una simple curiosidad intelectual. La población iluminaba sus hogares con velas, lámparas alimentadas con aceite de ballena y petróleo, y la potencia motriz era suministrada generalmente por personas o animales de tracción<sup>1</sup>.

Pero el actual mundo tecnológico se ha vuelto totalmente dependiente de la disponibilidad continua de suministro eléctrico. En la mayoría de los países, el suministro eléctrico comercial se abastece a través de redes nacionales, que interconectan numerosas estaciones generadoras a las cargas. La red debe abastecer las necesidades básicas nacionales de iluminación, calefacción, refrigeración, aire acondicionado, transporte y residenciales, así como el abastecimiento crítico a instituciones gubernamentales, industriales, financieras, comerciales, médicas y de comunicaciones. El suministro eléctrico comercial literalmente le permite al mundo moderno actual funcionar a su paso acelerado. Las tecnologías sofisticadas han penetrado profundamente en los hogares y rincones de la sociedad y con la llegada del comercio electrónico está cambiando continuamente la forma en la que interactuamos con el resto del mundo<sup>2</sup>.

Uno de los aspectos que caracteriza el desarrollo de una sociedad es su consumo de energía en todas sus formas y en particular su gasto de energía eléctrica. En este sentido se puede observar, cómo la utilización de la electricidad en los países desarrollados se ha incrementado de forma importante en los últimos tiempos. Esta dependencia de la energía eléctrica se traduce en una demanda de un suministro eléctrico de mayor calidad y

---

<sup>1</sup> Mujal R. Ramón. (2011). Tecnología eléctrica. 2ª Edición ampliada y revisada. [http://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=27854/2011/1/53020/tecnologia\\_elctrica-2596.pdf](http://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=27854/2011/1/53020/tecnologia_elctrica-2596.pdf)

<sup>2</sup> Joseph Seymour y Terry Horsley. (2015). Los siete tipos de problemas en el suministro eléctrico. Informe interno. [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/90432/mod\\_resource/content/1/Siete\\_tipos\\_de\\_problemas\\_en\\_el\\_suministro\\_electrico.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/90432/mod_resource/content/1/Siete_tipos_de_problemas_en_el_suministro_electrico.pdf)

disponibilidad.

Una pieza clave para lograr los objetivos expuestos anteriormente, 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, puede ayudar a detectar de forma anticipada, posibles averías en los mismos, posibilitando la realización oportuna de trabajos de mantenimiento correctivo, que puedan disminuir la probabilidad de fallo en las instalaciones.

Toda empresa dedicada al servicio de generación, transportación, distribución y comercialización de energía eléctrica, hace énfasis en no tener pérdidas en su transmisión, que sería en el caso ideal, pero realmente siempre existirán pérdidas eléctricas en toda línea y el propósito es que sean lo menor posible, así habrá un ahorro de combustible en la generación que equivale a dinero.

En la actualidad la potencia de la matriz de generación de electricidad en el Ecuador, propicia que el suministro de energía a nivel nacional sea estable y no presente continuamente interrupciones a largo plazo como en años anteriores, sin considerar en este caso, los problemas que se puedan presentar por catástrofe naturales como lo sucedido el pasado 16 abril, que supuso la pérdida de la continuidad del servicio eléctrico en la Provincia, así como el impacto que anualmente tienen las lluvias de la temporada de invierno, especialmente en las zonas rurales.

Actualmente los mayores esfuerzos del sector eléctrico, se concentran en el mantenimiento ininterrumpido de una alta calidad del servicio, que supone una actividad constante de corrección de problemas y conflictos técnicos que pueden presentarse, entre los que se encuentra el relacionado con los puntos calientes, que se producen debido al sobrecalentamiento de las líneas.

El estudio termográfico del sistema de redes eléctricas, supone la aplicación de tecnología avanzada en la detección preventiva de problemas técnicos asociados a los puntos calientes, con la ventaja de poder realizar un diagnóstico rápido y seguro del estado técnico del sistema de líneas eléctricas y poder direccionar la actividad de mantenimiento, a la corrección de los problemas antes de que suceda el fallo.

Las subestaciones, redes de distribución y líneas de subtransmisión, presentan alto costo económico, la continuidad del servicio eléctrico depende del trabajo de mantenimiento constante que se pueda realizar y especialmente el de tipo preventivo; ello

supone que sea importante priorizar la actividad técnica preventiva, con la detección de puntos calientes mediante la realización de estudios termográficos, con el fin de reducir los costos de mantenimiento y reemplazos de material para mejorar la disponibilidad de los equipos de la Subestación y alimentadores, minimizando el riesgo de interrupciones en el suministro eléctrico.

Para ello es conveniente la elaboración del plan de mantenimiento predictivo apoyado por los resultados de la técnica de termografía, que servirá como herramienta útil para anticipar fallos y el medio que los produce en los componentes eléctricos que conforman los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, los cuales necesitan ser monitoreados periódicamente para evaluar su comportamiento, con el fin de corregir y minimizar las anomalías térmicas que se presenten, por lo cual la medición de la temperatura es uno de los principales parámetros para el análisis y diagnóstico. Entre las alternativas para la medición de temperatura sin contacto con el sistema, son las cámaras termográficas, que se han convertido en instrumentos de diagnóstico y detección esenciales en la resolución de problemas relacionados con el mantenimiento predictivo.

Por lo tanto, se pretende que el trabajo constituya una guía técnica práctica, para el monitoreo de los puntos calientes mediante la cámara termográfica, con potencialidad de ofrecer resultados relevantes, en función de apoyar un plan de mantenimiento predictivo, que permita adelantarse a las interrupciones del sistema, logrando incrementar la confiabilidad y calidad del servicio eléctrico.

El trabajo consiste en la realización de una evaluación de los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, con la finalidad de hallar los puntos calientes, empleando el método de inspección mediante la utilización de la cámara termográfica, lo cual aportará un resultado que permitirá realizar los cálculos respectivos, para anticipar los riesgos de interrupciones, lo que servirá de base para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo-correctivo.

En la actualidad el mantenimiento predictivo con la ayuda de la termografía, constituye una herramienta indispensable para el seguimiento de los rangos permisibles de temperatura en los diferentes equipos y componentes en el área eléctrica.

La Corporación Nacional de Electricidad CNEL-EP, está conformada por 10 Regionales: Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Milagro, Guayas-Los Ríos, EL Oro, Bolívar, Santo Domingo y Sucumbíos. Esta empresa pública ofrece el servicio de distribución de energía eléctrica a un total de 1,38 millones de abonados, abarcando el 40% del mercado de clientes del país.

El 4 de marzo del 2009, el directorio de la Corporación Nacional de Electricidad, aprobó la creación de la estructura de la Gerencia General de la Corporación domiciliada en la ciudad de Guayaquil. La Corporación Nacional de Electricidad CNEL se constituyó en diciembre de 2008 con la fusión de las 10 empresas eléctricas, que históricamente mantenían los indicadores de gestión más bajos del mercado. Teniendo como principal tarea el revertir dichos indicadores en aras de disminuir las pérdidas y mejorar la situación comercial, técnica y económica de las 10 empresas.

El perfil eléctrico de la provincia de Manabí se caracteriza por un bajo nivel de generación propia, con una potencia nominal de generación equivalente a 40,4 MW y efectiva de 32 MW, donde se cubre aproximadamente el 15,5% de la demanda, que es equivalente a 206 MW, con un extenso sistema de líneas de subtransmisión que cuenta con 721,91 km, y redes de medio y bajo voltaje que acumulan 21 679,4 km. Se cuenta además con 24 subestaciones de distribución, 17 576 transformadores, 91 242 luminarias, 212 546 medidores, que satisfacen el servicio a un total de 212 546 clientes. La mayor cantidad de pueblos se encuentran a distancia menores de 20 km, pero existen otras que se encuentran dispersas hasta los 90 km.

Cabe mencionar que la provincia de Manabí tiene dos voltajes de distribución, que están divididos de la siguiente manera:

- desde los cantones San Vicente pasando por el cantón Jama, hasta llegar al cantón Pedernales el voltaje es de 34,5 KV, la diversidad de estos cantones es que su clima oscila entre tropical seco y tropical húmedo. Estos cuentan con hermosas playas;
- los cantones Portoviejo, Manta, Jaramijó y Puerto López tienen iguales características, pero con un voltaje de 13,8 KV, el resto de cantones su clima es igual a los anteriores, con la única diferencia que no tienen playas y su voltaje es de 13,8 KV.

Para la realización de este tipo de estudio se cuenta con alguna experiencia, dado que en el proceso de formación profesional, se han realizado algunos ensayos en ambientes salinos, que permitieron obtener conocimientos referenciales sobre el tema propuesto, elementos que ayudarán a la consecución de los objetivos trazados. En esta ocasión se ha optado por trabajar en un ambiente tropical-húmedo y verificar los puntos calientes en las líneas inmersas en este ambiente.

### **1.2.1. Descripción de la realidad problemática**

Todo material eléctrico con el pasar del tiempo y el uso, empieza a perder sus características eléctricas y sus propiedades de conducción, el alimentador en el que se pretende realizar el estudio acumula varios años de explotación, por lo que sus componentes pueden presentar deterioro, lo cual puede suponer la existencia de fallos en el sistema.

La programación de las acciones de detección de puntos calientes, debe estar debidamente fundamentada en las estadísticas de comportamiento de cada instalación, disturbios en el sistema y fallas relevantes, evitando el caer en la práctica errónea de ejecutar dichas actividades de manera rutinaria, con base en una supuesta periodicidad, que lejos de dar los resultados requeridos, desvía la atención en muchas ocasiones a instalaciones que no representan problema alguno.

Es importante que, por la naturaleza de los puntos calientes, se tenga siempre presente, que aún después de realizar un mantenimiento correctivo, no se puede asegurar su eliminación definitiva, estando siempre latente su reaparición en función de las condiciones operativas de cada una de las instalaciones.

Todos los objetos o cuerpos que se hallan por encima del cero absoluto emiten radiación de energía infrarroja, que depende de la temperatura alcanzada por dicho objeto como generador del punto caliente. Los puntos calientes constituyen un serio problema técnico para las líneas de transmisión y de distribución, por más perfectas que estén construidas, cualquier empalme o suciedad constituye un potencial para el surgimiento de estos tipos de conflictos técnicos, por lo cual constituye un objetivo clave su detección y solución.

Por la pequeña longitud de onda en el espectro electromagnético, la radiación térmica que emiten la mayoría de los puntos calientes no es perceptible al ojo humano, siendo por lo tanto, prácticamente imposible detectar a simple vista un punto caliente en una línea, dispositivo o equipo eléctrico que se encuentre energizado; sobre todo en las etapas iniciales, que es cuando en forma oportuna puede corregirse sin ningún riesgo para la instalación. Obviamente, cuando el punto caliente es perceptible a simple vista, es porque se encuentra ya en un proceso acelerado de crecimiento, presentándose incluso el deterioro o degradación de los elementos de la instalación involucrados.

La elevación de temperatura en los puntos de contacto es producida por varios factores, entre ellos se pueden citar principalmente:

- a. Alta resistencia de contacto, ocasionada por deficiente apriete de partes de la unión.
- b. Corrosión producida por la unión de materiales de diferentes características (cobre con aluminio, “par galvánico”).
- c. Reducida área de contacto para la conducción.
- d. Baja calidad de los materiales en algunos equipos.

Un falso contacto en un equipo o instalación, produce calentamiento excesivo, al grado de fundir los materiales.

Los materiales más comúnmente usados como conductores, conectores y herrajes en la industria eléctrica, son el cobre y el aluminio.

El cobre se funde a una temperatura de 1080°C.

El aluminio se funde a una temperatura de 560°C.

Las aleaciones para algunos conectores están constituidas de varios materiales en diferentes proporciones, las temperaturas de fusión, son del orden de los 600°C.

Los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, poseen varios años de explotación, que unido a la situación ambiental de la zona, puede provocar causas que aceleran los procesos de corrosión de las estructuras, así como suciedad en las líneas que, combinado con las lluvias de invierno, pueden representar un impacto desfavorable sobre el sistema de líneas eléctricas, provocando fallos e interrupciones que afectan la calidad y confiabilidad del servicio eléctrico.

En los alimentadores referidos anteriormente se puede notar a simple vista, que en algunos sitios y tramos se encuentran deteriorados, por lo que puede resultar interesante la realización de una inspección visual para detectar posibles riesgos de puntos calientes. Este paso puede viabilizar el trabajo con la cámara termográfica, pues se realizaría la evaluación puntual a los puntos previamente inspeccionados y que arrojaron resultados de riesgo de punto caliente. Todo ello permitirá dirigir los esfuerzos del mantenimiento técnico en función de la situación concreta real que presentan los alimentadores estudiados, y lograr mejorar la calidad del servicio eléctrico en la zona y al propio tiempo reducir las pérdidas asociadas al servicio eléctrico, lo cual puede tener un impacto económico positivo para la empresa eléctrica.

### **1.2.2. Formulación del problema**

¿De qué manera la detección de puntos calientes en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, incide en la predicción de averías y la mejora de la calidad del servicio eléctrico en la zona estudiada?

### **1.3. Inmersión inicial en el campo**

#### **1.3.1. Concepto de energía**

Para la física moderna, la energía se define como la cantidad de trabajo que un sistema físico es capaz de producir. Y el trabajo sería el desplazamiento de un objeto debido a la aplicación de una fuerza. Ambas son medidas intercambiables y tienen las mismas unidades. Por lo tanto, la energía no es un componente material de los objetos, sino que acompaña a la materia en una cantidad medible. La energía es una abstracción matemática de una propiedad de la materia, que depende, entre otros, de su movimiento, temperatura, composición química, cantidad de masa, posición en el espacio, etc. De acuerdo a la física moderna, para cualquier sistema y su entorno, la energía se conserva, por lo que no puede ser creada ni destruida, solamente se transforma de un tipo a otro y su suma total dentro del sistema permanece invariable en el tiempo (Primera Ley de la Termodinámica o Principio de la Conservación de la Energía)<sup>3</sup>.

#### **1.3.2. Punto Caliente**

Uno de los problemas más comunes que se presentan en las instalaciones eléctricas (centrales generadoras, subestaciones, líneas de transmisión y subtransmisión, redes de distribución), así como en los diversos equipos donde existe puntos de conexión o contacto en las partes que las integran, son los denominados "puntos calientes"; los cuales pueden llegar a ocasionar el daño parcial o total en equipos e instalaciones, con la consiguiente pérdida de la continuidad del servicio eléctrico<sup>4</sup>.

Cuando la corriente eléctrica pasa a través de un elemento resistivo genera calor. Una mayor resistencia produce un aumento de calor; con el tiempo las resistencias de todas las conexiones eléctricas aumentan debido a muchos factores, por ejemplo, malas conexiones en los equipos eléctricos, condiciones ambientales, descargas eléctricas, mala operación de los equipos eléctricos por los operarios, todo esto provoca incremento de la temperatura, a este incremento de temperatura en todo el sistema eléctrico se le denomina punto caliente<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> Chaparro Consuelo y colectivo de autores. (2010). La Eficiencia Energética en el Currículum Escolar de Educación Técnica Profesional. Departamento de Educación Ambiental y Participación Ciudadana. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente Chile.

<sup>4</sup> SDD. (2015) Comisión Federal de electricidad. Coordinación de Distribución. Capítulo XVII: Detección y medición de puntos calientes.

<sup>5</sup> Alaba, I. (2013). Guía de termografía para mantenimiento predictivo "flir". Consultado el 5 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.flir.es/home/>

Se debe tener en cuenta que una causa de fallo en los sistemas eléctricos es un exceso de temperatura provocado por diferentes motivos, entre los que se encuentran los siguientes<sup>6</sup>:

- Incremento de resistencia en puntos de conexión. De acuerdo a la Ley de Joule:

$$P = I^2 \times R$$

Es decir, un incremento de la resistencia de contacto da lugar a un incremento de la potencia disipada en dicho contacto, lo cual se traduce, en condiciones normales, en un incremento de su temperatura dando lugar a un “punto caliente”, el cual se puede detectar de una forma precisa con una cámara termográfica. Este incremento de la resistencia de contacto puede deberse a un fenómeno de oxidación o corrosión, tornillos que se aflojan o una presión insuficiente en los contactos móviles.

- Fallos en los sistemas de refrigeración. El calor que se genera, por ejemplo, en los transformadores de potencia, debe ser evacuado al exterior a través de los sistemas de refrigeración en los intercambiadores de calor. Si esta extracción de calor se reduce o falla, debido por ejemplo a una obstrucción en los tubos del intercambiador o un fallo en los ventiladores en caso de tratarse de una ventilación forzada, el transformador se va a calentar en exceso lo cual puede dar lugar en última instancia al fallo del mismo.
- Corrientes de fuga en sistemas aisladores. La reducción de la resistencia de aislamiento debido a suciedad o contaminantes puede dar lugar a la aparición de corrientes de fuga y arcos que dan lugar al calentamiento de los equipos y por lo tanto a su deterioro.

Los procedimientos de operación deberán tener en cuenta la diferencia de temperatura entre el punto caliente detectado y la temperatura de elementos equivalentes o bien con la temperatura ambiente para determinar el nivel de actuación basado en una clasificación que determine la importancia y/o urgencia del problema detectado, teniendo en cuenta aspectos tales como el nivel de carga, condiciones ambientales, etc. En este sentido se pueden encontrar referencias como las que proporciona la NETA (International Electrical Testing Association), de esta forma diferencias de temperatura entre elementos similares en las mismas condiciones de trabajo (carga, etc.) superiores a 15°C podrían implicar la toma de acciones inmediatas para la reparación de dicho equipo.

---

<sup>6</sup> Poyato Roberto. (2014). Departamento de soporte técnico de Fluke Ibérica.

Igualmente se recomienda el mismo tipo de acción cuando La diferencia de temperatura entre el elemento bajo estudio y la temperatura ambiente sea superior a los 40°C.

Teniendo en cuenta los aspectos analizados en el párrafo anterior, para facilitar el análisis desde un punto de vista termográfico de los sistemas de distribución eléctrica, se pueden agrupar dichos sistemas en tres áreas principales, las cuales presentarán unas características particulares:

1. inspecciones en líneas de distribución;
2. inspecciones en subestaciones y;
3. inspecciones en centros de transformación.

El caso que nos ocupa en el estudio está relacionado con las líneas de distribución y cuando se definen estas se puede decir que corresponden a las líneas que se encargan de unir las centrales eléctricas con los puntos de consumo a través de las subestaciones y centros de transformación, proporcionando en la medida de lo posible la redundancia requerida gracias a su estructura de malla. Dada la gran distancia que puede existir entre centrales y usuarios, la tensión de las líneas de distribución eléctrica se fija a diferentes valores en las subestaciones donde es elevada y reducida a los valores generalmente normalizados, de manera que se minimicen las pérdidas eléctricas a la vez que se optimiza el coste de las instalaciones.

En función de dicha tensión de trabajo de las líneas de media y alta tensión, cada una con sus características particulares tanto a nivel técnico (tensión nominal, altura de las torres, tipo de aisladores, número de líneas, etc.) como de gestión (criticidad, redundancia, disponibilidad, etc.), características que habrá que tener en cuenta a la hora de realizar la inspección termográfica de las mismas.

Uno de los aspectos que hay que tener en cuenta a la hora de considerar la inspección termográfica de las líneas de distribución será su accesibilidad. En este sentido se pueden considerar tres formas básicas de inspección:

1. Inspecciones aéreas: Este método se utiliza principalmente cuando es necesario inspeccionar grandes distancias en líneas de transmisión. El medio de transporte habitual es el helicóptero en el cual se instalan cámaras termográficas con sistemas giroscópicos. Este método presenta unas ventajas claras en cuanto a velocidad y accesibilidad, sin embargo, dado el alto coste que implica este tipo de inspecciones, su uso debe ser rentabilizado en la inspección rápida de amplias redes de distribución o en aquellos lugares donde la accesibilidad por tierra presente dificultades. De esta forma las compañías eléctricas suelen realizar inspecciones rutinarias cada 3 años

para líneas de más de 45 kV. Dado el alto coste de esta técnica su uso en mantenimiento es mínimo, recomendándose para esta situación el uso de equipos portátiles como drones, que pueden jugar un papel clave pudiendo reducir de manera importante los costos de la inspección.

2. Inspecciones en todo-terreno. Este método es adecuado cuando sea posible seguir el tendido eléctrico por medio de un vehículo todo-terreno, sobre el cual se puede instalar de forma adecuada una cámara termográfica, con la cual obtener las termografías rutinarias.
3. Inspecciones a pie. Así como la termografía aérea permite la revisión de largas distancias de una forma rápida, la inspección a pie va a permitir no solo la revisión preventiva de la instalación, en aquellas zonas más accesibles, sino también la revisión de los sistemas de forma puntual, en aquellos casos en los que se realizan labores de mantenimiento y reparación. Igualmente, presenta la ventaja del gran contraste de las imágenes termográficas ya que al estar tomadas normalmente con el cielo como fondo, el cual presenta una temperatura muy baja, ofrece un contraste muy elevado con los elementos eléctricos a inspeccionar. Esta situación, por el contrario, puede no darse en las inspecciones aéreas donde el fondo puede ser vegetación, pastos, asfalto, terreno, etc., los cuales, al estar a temperatura ambiente, proporcionan un menor contraste con los sistemas eléctricos.

Los elementos a examinar son típicamente los puntos de unión y distribución de las líneas. De esta forma se revisarán;

- a) grapas de amarre,
- b) elementos de suspensión en estructuras de aislamiento,
- c) pasos aéreos a subterráneo,
- d) botellas de paso a tierra,
- e) seccionadores tripolares,
- f) cortacircuitos,
- g) Igualmente y dependiendo de las circunstancias es posible detectar fallos en aisladores, los cuales pueden presentar un calentamiento anormal debido a suciedad, deposiciones salinas, etc.

Dentro de los aspectos a tener en cuenta se encuentran los relacionados con las condiciones ambientales. Como en cualquier otra inspección al aire libre, habrá que tener en cuenta aspectos ambientales y atmosféricos como por ejemplo:

- a. La velocidad del viento, lluvias recientes, humedad, niebla etc., aspectos que pueden enmascarar un punto caliente al reducir la temperatura del mismo por efecto de la convección, evaporación etc.
- b. Igualmente habrá que tener en cuenta cualquier fenómeno de reflexión del sol, por lo que en este sentido se recomienda el uso de cámaras termográficas de longitud de onda larga (8 a 14 micras), frente a las cámaras de longitud corta (3 a 5 micras) que se ven, a priori, más afectadas por el sol y sus reflejos. En este sentido una forma de proceder para determinar si se trata de un reflejo o de un verdadero punto caliente, será la toma de diferentes termografías con diferentes ángulos de incidencia, si el punto caliente desaparece al movernos entonces se trata de un reflejo.
- c. La época del año. Ya que en función de la misma la temperatura ambiental será diferente, pudiendo influir en la temperatura de los puntos calientes
- d. La hora del día.

Dentro de los aspectos ligados a la propia instalación se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a. Habrá que tener en cuenta el nivel de carga de la línea, recomendándose no realizar inspecciones con niveles de carga inferiores al 30%. En este sentido, la época del año también puede ser importante a la hora de elegir el momento adecuado para realizar las rutinas de termografía; hay que tener en cuenta que en tiempos recientes y en determinadas zonas, el pico de consumo se ha trasladado del invierno al verano, debido al uso de sistemas de climatización.
- b. La altura de las torres y postes. Dada la diferente altura de las torres de distribución eléctrica y los postes, donde se deben considerar dos aspectos básicos a la hora de utilizar una cámara termográfica, que serán la resolución espacial y su resolución óptica. Como ya se comentó anteriormente, la resolución espacial determina el objeto más pequeño que es capaz de ver la cámara y la resolución óptica determina el objeto más pequeño sobre el cual se puede obtener una medida precisa de la temperatura. Ambos aspectos están determinados por el tipo de sensor y por la óptica de la cámara y habrá que tenerlos en cuenta a la hora de considerar la distancia desde la que se va a realizar las termografías.

### **La identificación de objetivos en la termografía**

Tal como se ha comentado anteriormente, la termografía es una tecnología disponible en el mercado desde hace más de tres décadas, sin embargo, es en los últimos años cuando realmente se está produciendo su expansión a todas las áreas del mantenimiento. En este

sentido la firma Fluke ha dado un paso más hacia el futuro al introducir la tecnología IR Fusión, gracias a la cual es posible combinar píxel a píxel una imagen termográfica con una imagen de luz visible estándar, eliminando cualquier error de paralaje. El objetivo de esta tecnología es el de proporcionar la máxima información posible, tanto al técnico como al gestor, de forma que sea más fácil la detección térmica de un problema en un sistema, pero a su vez que sea fácilmente identificable en su contexto de la instalación y para ello la tecnología IR Fusión de Fluke, proporciona imágenes tanto en el formato pantalla completa como en el formato Imagen dentro de imagen, a la vez que puede controlar el nivel de fundido o transparencia de ambas imágenes.

### **1.3.3. Problemas de contacto**

El calor se produce debido al flujo de corriente a través de un contacto con alta resistencia eléctrica. Este tipo de problema suele estar asociado a contactos de conmutadores y conectores. A menudo el punto real de calentamiento puede ser muy pequeño, inferior a  $1/6 \text{ cm}^7$ .

### **1.3.4. El uso de las nuevas tecnologías en sistemas eléctricos**

El uso de las nuevas tecnologías permite no solo mejorar la eficacia del diagnóstico del estado de las líneas y subestaciones, sino que permiten optimizar el mantenimiento preventivo, con la finalidad de reducir el número de fallas y aumentar la confiabilidad de las líneas, procurando mantener el debido balance con los costos de mantenimiento para tener un servicio permanente con calidad y eficacia<sup>8</sup>.

### **1.3.5. Exploración de la problemática.**

La problemática de la localización de fallas en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica, se presenta por la delimitada adaptabilidad de los modelos desarrollados, limitándose la mayoría de veces a algunas topologías de red. Muchas de las aproximaciones existentes, incluyendo algunas que emplean métodos determinísticos y técnicas de inteligencia artificial, presentan dificultades ante la correcta localización de la misma y se centran esencialmente en la clasificación de fallas<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> FLUKE. Termografía en sistemas eléctricos en planta. Consultado el 5 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.fluke.com/fluke/eses/soluciones/camaras-termograficas/termografia-en-sistemas-electricos-en-planta>

<sup>8</sup> Franco T Serbio B. (2014). TESIS (Contaminación por salinidad en líneas de transmisión cercanas a la costa).

<sup>9</sup> Crespo Quintero, I. E. (2010). Desarrollo de un modelo para la localización de fallas en UNAL, <http://www.bdigital.unal.edu.co/2028/1/71795342.20101.pdf>.

### 1.3.6. El uso de las cámaras termográficas

Las cámaras termográficas son una herramienta única que sirven para determinar cuándo y dónde se necesita mantenimiento, puesto que las instalaciones eléctricas y mecánicas suelen calentarse antes de fallar. Al descubrir estos puntos calientes con una cámara termográfica, se puede llevar a cabo una medida preventiva. De este modo, es posible evitar costosas averías o, aún peor, incendios<sup>10</sup>.

La cámara termográfica permite obtener una visión amplia y conjunta de las temperaturas de los elementos de un cuadro eléctrico. Con su uso se puede lograr de manera inmediata, obtener una termografía del estado actual del elemento eléctrico que se trate, dígase línea eléctrica, transformador, conector etc.... En la figura 1 se puede apreciar una foto correspondiente a un ensayo termográfico tomado a un transformador, donde se puede calcular a través de una escala cromática la temperatura del equipo en plena operación y sin riesgos para los operadores.



Figura 1. Ensayo termográfico a transformadores

Fuente: <sup>11</sup>

La programación de las acciones de detección de puntos calientes, debe estar en base a las estadísticas de comportamiento de cada instalación, disturbios en el sistema y falla relevantes, evitando caer en una práctica errónea al momento de ejecutar dichas actividades de manera rutinaria, que lejos de conocer los resultados requeridos, se derivan a instalaciones que no representan falla alguna, es importante tener en cuenta que siempre existirán puntos calientes, aun cuando se aplica un mantenimiento correctivo, estando

---

<sup>10</sup> FLIR (2011). Grupo Álava Ingenieros. Guía informativa del uso de cámaras termográficas en aplicaciones industriales. <http://www.mra.pt/repositorio/6769/pdf/3505/2/guia-de-termografia-para-mantenimiento-predictivo.pdf>

<sup>11</sup> Grijalva D Iván. (2013). Sistemas autónomos de análisis y detección de puntos calientes en cuadros eléctricos. Proyecto de fin de carrera. Universidad de la Rioja. España.

siempre latente su reaparición en función de las condiciones operativas de cada uno de los sistemas eléctricos<sup>12</sup>.

### **1.3.7. Líneas de transmisión y distribución**

Líneas de transmisión y distribución es el conjunto de dispositivos para transportar o guiar la energía eléctrica desde una fuente de generación a los centros de consumo (las cargas). Y a pesar de que se plantea que su uso debe realizarse cuando no es costeable producir la energía eléctrica en los centros de consumo o cuando afecta el medio ambiente (visual, acústico o físico), buscando siempre maximizar la eficiencia, haciendo las pérdidas por calor o por radiaciones las más pequeñas posibles, en la actualidad es una tecnología ampliamente usada en detrimento del concepto anterior<sup>13</sup>.

La red de transmisión se designa para transportar la energía a grandes distancias, hasta que llega al consumidor final, las líneas de transporte o líneas de alta tensión están constituidas por un elemento conductor (cobre o aluminio) y por los elementos de soporte (torres de alta tensión). Estas conducen la corriente eléctrica una vez reducida su tensión hasta la red de distribución, al llegar a la subestación la energía llegará a una tensión más baja. Al salir de la subestación entra a la red de distribución. Finalmente, al llegar al punto de suministro, la tensión se vuelve a bajar del voltaje de distribución al voltaje de servicio requerido<sup>14</sup>. Estos procesos de transformación reiterada suponen pérdidas de la energía generada inicialmente.

En algunos casos el sistema de distribución no recibe el mismo tratamiento que el sistema de transporte y su estado técnico se descuida, lo que trae como consecuencia su deterioro gradual y progresivo, pues está sometido a los mismos agentes ambientales y técnicos que el primero. Esta situación trae como consecuencia que el servicio también se deteriore al ritmo de las líneas de distribución, quedando expuesto a robos, fraudes y otras pérdidas no técnicas<sup>15</sup>.

Dentro de los elementos constitutivos de las líneas eléctricas se encuentran los conductores y entre ellos se pueden señalar: El conductor de fase que es el encargado del transporte de la corriente eléctrica, sus características principales son la baja resistencia de impedancia eléctrica y su alta resistencia a la tracción mecánica. Estos conductores se

---

<sup>12</sup> Gallo Omar D y Colectivo de autores. (2016). Ensayo de determinación de puntos. Calientes en estatores trifásico

<sup>13</sup> Jiménez Obed, Cantu Vicente y Conde Arturo. (2006). Líneas de Transmisión y Distribución de energía eléctrica. Departamento de iluminación y alta tensión. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza Nuevo León.

<sup>14</sup> ENDESA. (2016). La red eléctrica. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en:

[http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xv.-la-red-electrica](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xv.-la-red-electrica).

<sup>15</sup> Ramírez Samuel. (2004). Redes de Distribución de Energía. Universidad Nacional de Colombia. Tercera Edición. Manizales, I.S.B.N 958-9322-86-7.

fabrican en materiales tales como el aluminio, aleaciones de aluminio, cobre y acero; El cable guarda que se encarga de la protección de la línea frente a los fenómenos atmosféricos (pararrayos) y en el caso de este conductor la resistencia eléctrica no es un valor a tener en cuenta, ya que su función solo se limita a recibir los impactos de las tormentas eléctricas naturales; así mismo la tracción mecánica que soportan se considera con el mismo valor que con los conductores de fase, ya que de éste depende su tensado. Los materiales de los que se constituyen estos tipos de conductores, son aluminio o acero galvanizado. En la actualidad se utiliza para esta función los conductores tipo OPGW (OPTical Ground Wire)<sup>16</sup>.

En el sistema de líneas eléctricas aéreas los aisladores juegan un papel clave, su función es la de mantener separados los conductores de la parte metálica del apoyo. Sus principales características son: ofrecer una alta resistencia eléctrica; una rigidez dieléctrica superior al vacío; alta resistencia de tracción; detección de fallos de red y; ligereza. En el caso de fallos, se producen o por envejecimiento del mismo o a las inclemencias ambientales. Los materiales con los que se construyen los aisladores son: porcelánicos cada vez más en desuso; de vidrio que ofrecen mayores ventajas como la detección de fallos al ser transparentes y su bajo coste, estos se encuentran constituidos por un núcleo de vidrio que los dota de una gran resistencia de tracción y; los recubiertos de una capa plástica de material polimérico, con un precio que puede ser el más elevado de los tres tipos<sup>17</sup>.

El sistema eléctrico puede ser de tipo monofásico o trifásico, los cuales tienen su forma de distribución y un método de reparto de los circuitos. El monofásico es un sistema distribuido por dos conductores: un primer conductor de fase, que llega directamente desde la distribuidora local y uno neutro. El conductor monofásico alimenta únicamente aparatos de este tipo y brinda al consumidor una sola tensión. Para proteger los equipos, este sistema puede tener tres conductores, cuando se adiciona un conductor tierra protección; En un sistema trifásico la distribución se realiza por medio de 4 conductores, tres de fase y uno neutro. Entre las conducciones fase se encuentra la máxima tensión y

---

<sup>16</sup> Pascual Álvaro. (2016). Sistemas de transporte y distribución de las líneas eléctricas. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos101/sistemas-transporte-y-distribucion-lineas-electricas/sistemas-transporte-y-distribucion-lineas-electricas.shtml>

<sup>17</sup> Víctor. (2012). La red de distribución de energía eléctrica. ITES Carlos Cisneros. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://es.slideshare.net/victorpaguay/la-red-de-distribucion-de-energa-elctrica>.

entre estas fases y el neutro, está la tensión mínima; este sistema permite la utilización indistinta del trifásico o monofásico<sup>18</sup>.

Los conductores rígidos que se empleen en las instalaciones, deberán ser de cobre o de aluminio. Los conductores flexibles serán únicamente de cobre. Los rígidos apenas se emplean por su gran dificultad de manejo. Pueden ser de aislamiento hasta 750 V, en cuyo caso se utilizarán las tablas de las Instrucciones ITC- BT- 19 a 24 y sus sistemas de instalación, con sus factores de corrección, si procede<sup>19</sup>.

En la figura 2 se muestra un esquema técnico de un sistema de potencias, donde se puede apreciar el sistema de líneas eléctricas y el lugar que éstas ocupan en el esquema técnico.

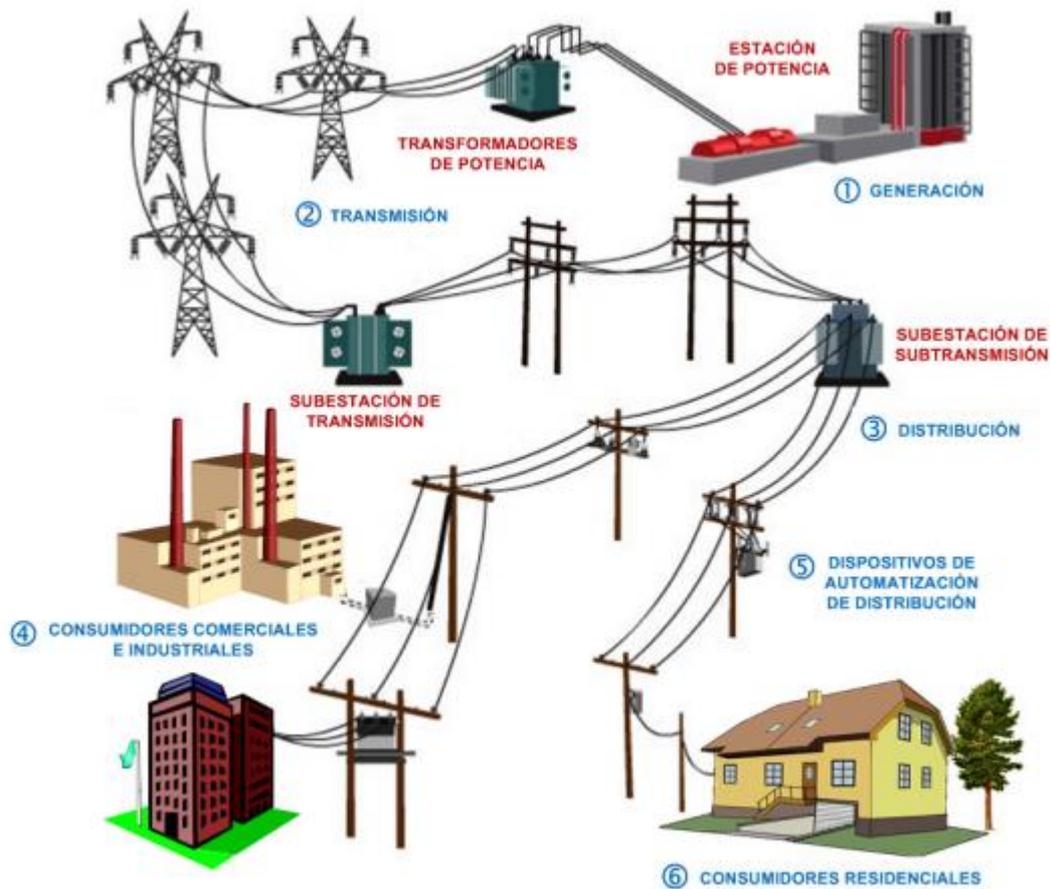


Figura 2. Esquema técnico de un sistema de potencia

Fuente: <sup>20</sup>

<sup>18</sup> UNESCO. (2006). El mantenimiento, compromiso de todos. Guía 3. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001586/158665s.pdf>.

<sup>19</sup> UAL. (2012). Manual de prácticas. Universidad de Almería. <https://w3.ual.es/Depar/IngenRural/documentos/electrotecnia2.pdf>

<sup>20</sup> Tama F. Alberto. (2016). Las pérdidas de energía eléctrica. Gerencia General de la Corporación Eléctrica del Ecuador.

### 1.3.8. Tensiones utilizadas

Los voltajes utilizados en el sistema de líneas eléctricas se clasifican según los niveles de tensión establecidos en la Norma NTC: 1340, de la manera expresada a continuación: Extra alta tensión (EAT)  $>230$  KV; Alta tensión (AT)  $57,5 \text{ kV} < V \leq 230$  kV; Media tensión (MT)  $1 \text{ kV} < V \leq 57,5$  kV; Baja tensión (BT)  $25 \text{ V} < V \leq 1$  Kv; Muy baja tensión (MBT)  $V < 25 \text{ V}$ <sup>21</sup>.

Construir una línea eléctrica no es nada sencillo. Tiene un gran trabajo de ingeniería previo que busca la solución más adecuada tanto técnica, ambiental y socialmente. En determinadas ocasiones cuando las líneas eléctricas de alta tensión pasan por zonas urbanas o industriales, o cuando las condiciones técnicas o ambientales lo aconsejan, estas pueden ser subterráneas. Se pueden instalar bajo el terreno en canalizaciones directamente enterradas en una zanja en tubos de polietileno rodeados de hormigón y en casos especiales en una galería. El soterramiento de líneas de alta tensión puede presentar complejidades técnicas, el aumento del tiempo y el coste de ejecución<sup>22</sup>.

Las tensiones eléctricas se clasifican técnicamente de la siguiente manera<sup>23</sup>:

- Muy baja tensión: Tensiones hasta 50 volt.
- Baja tensión: Tensiones entre 50 y 1000 volt.
- Media tensión: tensiones por encima de 1000 y hasta 33000 volt.
- Alta tensión: Tensiones por encima de 33000 volt.
- Tensión de seguridad: La tensión de seguridad considerada para ambientes secos y húmedos es 24 volt.

### 1.3.9. Un punto caliente tiene su origen por diversos factores

La corrosión en las conexiones metálicas de diferentes tipos en las que el material más activo se oxida más rápido que el menos activo (la rapidez de oxidación depende del tipo de conexión y magnitud de la diferencia de potencial de los metales unidos), ocasiona pérdida de presión por el desgaste entre los materiales conectados. Al ocurrir esto la resistencia eléctrica entre los diferentes conectores o conductores metálicos aumenta provocando temperaturas elevadas hasta llegar al punto de fusión de alguno de ellos<sup>4</sup>.

---

<sup>21</sup> Turmero Pablo. (2016). Sistema Eléctrico de Potencia. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos102/sistema-electrico-potencia/sistema-electrico-potencia.shtml>.

<sup>22</sup> Martínez Alberto. (2009). Soterramiento de líneas eléctricas. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://desenchufados.net/soterramiento-de-lineas-electricas/>.

<sup>23</sup> Prevención de riesgo eléctrico. (2015). [http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/seguridad/Prevencion\\_de\\_riesgo\\_electrico.pdf](http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/seguridad/Prevencion_de_riesgo_electrico.pdf)

### **1.3.10. Resistencia del conductor**

La resistencia de las líneas de transmisión es la causa más importante de pérdida de potencia en ellas. El término “resistencia” a menos que sea calificado específicamente, se refiere a la resistencia efectiva. La resistencia efectiva de un conductor es:

$R = \text{Pérdida de potencia en el conductor} / \text{resistividad del conductor}^{24}$ .

### **1.3.11. Predicción de averías**

El principio en el que se basa la cámara termográfica es el de convertir una señal de radiación infrarroja captada a través de un filtro detector especial en señal eléctrica, la que a su vez, se convierte en señal de video para poder ser observada; pudiendo con ello detectar de forma anticipada posibles averías en las líneas eléctricas, disminuyendo de esta forma la probabilidad de fallo en la instalación<sup>25</sup>.

### **1.3.12. El mantenimiento preventivo**

Es muy importante poder contar con una política de mantenimiento de recursos y esfuerzos para la detección y medición de los puntos calientes. Existen cámaras especiales que detectan las emisiones de energía infrarroja de la temperatura que son causados por conflictos técnicos que se presentan en las líneas eléctricas. Los problemas pueden ser motivados por causas muy diversas entre las que se encuentran: falsos contactos; elementos que han perdido su capacidad (vida útil); por corriente de sobre cargas y cortocircuitos; por agente externos a la instalación; por corrosión; por vegetación cercanas a la líneas; daños en los cables de guardas; por descargas eléctricas en cable conductor y aislamiento; anillo o corona inadecuado; anomalías en el empalme; descargas por efecto corona; torres inclinadas; roturas de aisladores; entre otros<sup>26</sup>.

### **1.3.13. Inspección visual y mecánica de los conductores de distribución**

Esta actividad incluye las siguientes<sup>27</sup>:

- a) Inspeccionar las partes expuestas a daño mecánico (en caso que se tengan);
- b) Revisar que sus tamaños y calibres estén de acuerdo a la corriente (carga) que conducen;

---

<sup>24</sup> Catedu. Resistencia eléctrica de un conductor. Consultado el 5 de diciembre de 2016. Disponible en: [http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//2750/2952/html/24\\_resistencia\\_elctrica\\_de\\_un\\_conductor.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//2750/2952/html/24_resistencia_elctrica_de_un_conductor.html)

<sup>25</sup> Navarrete García, I. (junio de 2015). Detección de puntos calientes en líneas de transmisión usando redes neuronales artificiales y elementos de inteligencia artificial. Santiago, Cuba: universidad.

<sup>26</sup> Dispac. (2015). Manual de mantenimiento para redes de alta, media y baja tensión. Empresa Distribuidora del Pacífico. Consultado el 6 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://dispac.com.co/wp-content/uploads/2015/05/ANEXO-18-B-MANUAL-DE-MANTENIMIENTO-PARA-REDES-DE-ALTA-MEDIA-Y-BAJA-TENSI%C3%93N.pdf>

<sup>27</sup> Gilberto Henríquez Harper (2013). Manual del técnico en mantenimiento eléctrico.

- c) Inspeccionar que los soportes sean apropiados, el aterramiento de las cubiertas, las terminaciones correctas y atornilladas;
- d) Asegurar que los radios de los dobleces sean los valores recomendados.

#### **1.3.14. Criterios de diseño para el mantenimiento predictivo basado en termografía**

Dentro del campo de la termografía se usa el criterio delta de temperatura ( $\Delta T$ ), que básicamente determina la diferencia de temperaturas entre dos puntos: uno que esté operando en condiciones normales más conocido como punto de referencia y; otro que presente fallas<sup>28</sup>.

#### **1.3.15. Las pérdidas de energía**

Las pérdidas se deben a las condiciones propias de la conducción y transformación de la energía eléctrica, por tanto, dependen del grado de optimización de la estructura del sistema eléctrico, del equipamiento, y de las políticas de operación y mantenimiento, ellas pueden darse por las siguientes causas<sup>29</sup>:

- Pérdidas por efecto JOULE.
- Pérdidas por efecto corona.
- Pérdidas debidas a armónicos.
- Pérdidas debidas a corrientes de fuga.
- Pérdidas independientes de la carga o demanda.
- Pérdidas no técnicas.

#### **1.3.16. El riesgo eléctrico**

El riesgo eléctrico está presente en cualquier tarea que implique manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, operaciones de mantenimiento de las mismas, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparellaje eléctrico en entornos para los cuales no ha sido diseñado el dispositivo (ambientes húmedos y/o mojados), etc. Dentro del riesgo eléctrico quedan específicamente incluidos<sup>30</sup>:

- Electrocutión: es la posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

---

<sup>28</sup> Solís Mora, V. S. (2013). "Desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación oriente y alimentador totoras de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.". Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

<sup>29</sup> Vásquez G. Paul M. (2014). Capítulo 2, pérdidas de energía eléctrica. <http://dspace.uce.edu.ec/bitstream/123456789/423/1/Tesis.pdf>

<sup>30</sup> UPM. (2014). Riesgo eléctrico bajo control. Universidad Politécnica de Madrid.

- Quemaduras por choque o arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

El paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo puede provocar distintas lesiones que van desde las quemaduras hasta la fibrilación ventricular y la muerte.

#### 1.4. Hipótesis

La detección de puntos calientes con ayuda de la cámara termográfica, podrá mejorar la predicción de averías en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2.

##### 1.4.1. Variable dependiente:

Predicción de averías

MANIFESTACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
<b>Predicción de averías</b> Con base en los respectivos estudios realizados en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2 con ayuda de la cámara termográfica, se analizarán las posibles averías que pudieran suscitarse en un futuro y lo cual repercutirá en la calidad del servicio eléctrico a los usuarios.	Mantenimiento preventivo	Criterios técnicos para el establecimiento y planificación del mantenimiento preventivo.	¿Cómo se establece un mantenimiento preventivo?	Entrevista sistematizada a Ingenieros y personal especializado.
	Inspección visual y mecánica de los conductores de distribución.	Observación de conductores canastilleros, adecuado soporte para las líneas eléctricas, amarres correctamente realizados.	¿Su existencia nos indicará la predicción de averías?	Observación de campo.

##### 1.4.2. Variable independiente:

Puntos Calientes

MANIFESTACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
<b>Puntos Calientes</b> Se entiende por puntos calientes, al calentamiento en determinados puntos de las líneas eléctricas producto de un sobreconsumo, cuya corriente excesiva desprende calor que aumenta la temperatura y provoca fallos en las líneas.	Problemas de contacto	Estado de la línea eléctrica.	¿Cómo detectar los puntos calientes en las líneas eléctricas?	Uso del método tradicional.
	El uso de las nuevas tecnologías en sistemas eléctricos.	Aumento de la eficacia en el diagnóstico de puntos calientes en la línea eléctrica	¿Cómo atender esos puntos calientes para que no ocurran averías?	Mantenimiento preventivo por parte de la empresa responsable.

##### 1.4.3. Verificación de la hipótesis

La hipótesis pudo ser verificada mediante el resultado de la investigación, al poder mejorar la predicción de averías en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, mediante el uso de la cámara termográfica.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. El objetivo general**

Realizar la detección de puntos calientes para la predicción de averías mediante la técnica termográfica con el objetivo de lograr el correcto funcionamiento en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a. Efectuar el levantamiento de información en las líneas eléctricas mediante la técnica tradicional y el uso de la cámara fotográfica para predecir puntos calientes.
- b. Determinar los puntos calientes existentes en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, por medio del uso de la cámara termográfica para conocer la magnitud de la temperatura y la energía disipada en estos.
- c. Identificar las posibles averías que se presentarán en el alimentador con la respectiva elaboración de un análisis exhaustivo que se obtendrá de los resultados obtenidos para predecir las futuras averías y mantener la continuidad del suministro eléctrico a los usuarios.
- d. Proporcionar información obtenida al departamento de operación y mantenimiento de la CNEL EP Manabí para su respectivo mantenimiento.

### **1.5.3. Verificación de objetivos**

Los objetivos se verificaron de la forma siguiente:

- a. Con el empleo de la cámara termográfica, se logró realizar la detección de los puntos calientes en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, facilitando la predicción de averías con el objetivo de lograr el correcto funcionamiento.
- b. Se logró realizar el levantamiento de información en las líneas eléctricas mediante la técnica tradicional y el uso de la cámara fotográfica para predecir los puntos calientes en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2.
- c. Se determinaron los puntos riesgosos de formar puntos calientes y se tomaron las mediciones que permitieron detectarlo en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, usando métodos tradicionales y con la utilización de la cámara termográfica, que permitió conocer la magnitud de la temperatura y la energía disipada en estos.
- d. Se pudieron identificar las posibles averías que se pudieran presentar en el alimentador, con la respectiva elaboración de un análisis exhaustivo, donde se

reflejan los resultados obtenidos, que permiten predecir las futuras averías y mantener la continuidad del suministro eléctrico a los usuarios.

- e. Con la elaboración del informe de titulación, se ha logrado crear las condiciones materiales, para proporcionar información al departamento de operación y mantenimiento de CNEL EP Manabí, para el respectivo mantenimiento de los puntos calientes detectados.

## **1.6. Nivel de investigación**

Para el estudio se aplicó el nivel de investigación de campo, también conocida como investigación in situ ya que se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio que será la subestación Portoviejo 2, específicamente los alimentadores 21, 22 y 23, y que permitió realizar la recopilación de datos e información en el lugar donde se suscitaron los problemas.

Este tipo de investigación posibilitó adquirir un conocimiento más profundo del problema, que a medida del correspondiente estudio de la problemática analizó las mejores soluciones y recomendaciones para solucionar la problemática detectada, pudiendo obtener información segura y soportarse en diseños exploratorios, descriptivos y experimentales.

## **1.7. Método**

El método de la investigación correspondió a la de campo y se enfocó a la verificación de hipótesis, en este sentido se logró afrontar directamente el contexto del estudio, y se establecieron las relaciones que existen entre las diferentes variables, lo que permitió encontrar una definición sobre el comportamiento del fenómeno que se experimenta, que en este caso corresponde al estudio de los puntos calientes en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2.

## **1.8. Técnicas**

### **1.8.1. Entrevista**

Se aplicó una entrevista de tipo sistematizada, es decir que presentó una estructura y jerarquía de preguntas bien definidas, en función de obtener información especializada relacionada con la calidad del servicio eléctrico y la influencia que en ello tienen los puntos calientes, definiendo la importancia de su detección anticipada. Se realizó con la participación de operadores e ingenieros competentes del área donde se efectuó el estudio, con la finalidad de que los datos adquiridos fueran facilitadores para el desarrollo de la

investigación, a través de las opiniones vertidas por personas de un alto grado de experiencia y conocimientos.

### **1.8.2. Observación.**

También se utilizó la técnica de observación de campo, que permitió tomar los datos de manera confiable en el propio lugar donde se realizó el estudio, así como las técnicas tradicionales para la toma de datos relacionados con los puntos calientes y el mantenimiento preventivo como método de diagnóstico técnico preventivo.

La observación se puso en práctica aprovechando las visitas de estudio a la subestación Portoviejo 2, especialmente a los alimentadores 21, 22 y 23, donde se observó, identificó y se analizó el estado de las líneas eléctricas, la información y otros estudios realizados que sirvieron de base para el desarrollo del trabajo.

### **1.8.3. Termografía**

Durante la investigación se puso en práctica la técnica de la termografía, que consistió en la utilización de una cámara termográfica que permitió viabilizar con exactitud y eficacia la inspección técnica, realizando la lectura de la temperatura en los elementos técnicos del sistema, permitiendo determinar la existencia de puntos calientes.

La cámara termográfica utilizada corresponde a la marca del tipo FLIR T660, que presenta las características técnicas que permiten asegurar un resultado confiable del trabajo, estando diseñada para brindar el producto más alto y la tecnología más avanzada disponible, con una configuración externa de alto rendimiento de la tecnología de la imagen y una calidad de imagen superior de 640×480 pixel, en resolución de infrarrojos, garantizando flexibilidad operacional con posibilidades de satisfacer todas las necesidades.

La cámara termográfica FLIR T660 ofrece un rendimiento alto con la tecnología más avanzada, estando equipada con la innovadora característica Multi Spectral Dynamic Imaging (MSX), que asegura a cada uno de los usuarios la operabilidad del equipo durante la realización del trabajo.

Posee una potencia de ruptura de tierra que puede aumentar la intensidad de los objetos, tanto en el infrarrojo como en las imágenes visuales, trazando o añadiendo valores predeterminados directamente a la pantalla de tipo capacitiva.

La interfaz del usuario es intuitiva y lógica para la operación efectiva, permitiendo su conexión a los smartphones y los ajustes para el transporte inalámbrico de las imágenes o el control adicional de la cámara.

La función Bluetooth-based METERLin Kransfiere garantiza las lecturas de instrumentos externos de medición a la imagen infrarroja, ofreciendo apoyo para Ultramáx, para mejorar la resolución de las imágenes sustancialmente cuando se importan.

A continuación, se muestra un resumen detallado de los parámetros técnicos de la cámara FLIR T660.

Resolución  $640 \times 480$

- Alta sensibilidad térmica  $<0,02 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $30 \text{ }^\circ\text{C}$
- Precisión  $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  o  $\pm 1 \%$
- Rango de medición  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $2000 \text{ }^\circ\text{C}$
- 6 modos de medición preestablecidos y 2 para el usuario
- Con UltraMax y MSX
- Grabación radiométrica de CSQ a tarjeta de memoria
- Autofoco manual, automático y continuo
- Frecuencia de imagen: 30 Hz
- Lentes intercambiables disponibles:  $25^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $7^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $80^\circ$ ; Macro:  $100 \mu\text{m}$ ,  $50 \mu\text{m}$ ,  $25 \mu\text{m}$
- Pantalla táctil y de orientación automática de 4.3'''
- Cámara visual de 5 MP
- Zoom digital de 8X
- Brújula
- GPS
- Anotaciones en la imagen
- 2 años de garantía del producto y 10 años de garantía del detector

En la figura 3 se muestra una imagen detallada de la cámara termográfica utilizada.



Figura 3. Cámara termográfica utilizada durante la inspección técnica

Fuente: Manual de usuario Cámara termográfica FLIR T660

En el anexo 2 se muestran otros datos técnicos de la cámara termográfica.

#### 1.8.4. Revisión de bibliografía.

Una parte de la investigación se sustentó en la revisión de registros manuales, informes, libros y otras fuentes bibliográficas, que permitieron obtener información precisa durante la recolección de datos.

## CAPÍTULO II

### 2.1. Población y muestra

La población muestra está constituida por los operadores y especialistas del sector eléctrico correspondientes a la subestación Portoviejo 2, especialmente a los alimentadores 21, 22 y 23.

### 2.2. Recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados

Como parte de la investigación se realizó una entrevista técnica (anexo 1) a 7 especialistas en el tema de los puntos calientes, correspondientes a la subestación Portoviejo 2, especialmente sobre la situación de los alimentadores 21, 22 y 23. Los objetivos se centraron en obtener información relacionada con la calidad del servicio eléctrico y la influencia que en ello tienen los puntos calientes, definiendo la importancia de su detección anticipada. Durante la realización de la entrevista se pudo comprobar lo siguiente:

Tema 1. Sobre las principales causas de los puntos calientes en la ciudad de Portoviejo.

Los especialistas plantearon que pueden ser varias las causas de los puntos calientes; pero las que más afectan y suceden frecuentemente son las siguientes:

1. Líneas eléctricas alimentadores ya tienen varios años en operación, presentando deficiencias en el apriete de partes de uniones;
2. Los efectos de la contaminación ambiental, que ha propiciado la aceleración de la corrosión en uniones de materiales de diferentes características metálicas (par galvánico);
3. Sobrecarga de las líneas por incremento incontrolado de la demanda, que propicia el sobrecalentamiento de las líneas y los transformadores;

Tema 2. Relacionado con la metodología que tradicionalmente se ha estado utilizando para la detección de los puntos calientes en la subestación Portoviejo 2.

Los especialistas plantearon que hasta hace poco tiempo no existía tecnología para la detección de puntos calientes. La inspección era un tema muy difícil de realizar y prácticamente no se ejecutaba de manera preventiva. Se operaban por el método visual y se concentraban en los distribuidores y ramales que reportaban fallos. Con la entrada de la tecnología se ha logrado facilitar la realización de los trabajos y actualmente se puede verificar la situación técnica de todo un ramal con eficacia y ahorro de tiempo.

Actualmente las inspecciones se realizan priorizando los alimentadores donde se reportan fallos, pudiendo elaborar un informe técnico, que permite ajustar los planes de

mantenimiento en función de corregir las debilidades del sistema, pudiendo anticipar las fallas y corregir los problemas.

Tema 3. Las consecuencias que se pueden derivar de los puntos calientes.

Los puntos calientes se convierten en precursores potenciales generadores de fallas en el sistema eléctrico, pudiendo ocasionar el daño parcial o total en equipos e instalaciones, con la consiguiente pérdida de la continuidad del servicio eléctrico. Con el fallo viene la interrupción del servicio eléctrico, propiciador de pérdidas económicas y molestias importantes a los usuarios. Cuando el punto caliente no es adecuadamente tratado, puede constituir una causa potencial de incendios.

Tema 4. Experiencias recientes sobre la utilización de las tecnologías termográficas en la detección de los puntos calientes.

Los especialistas entrevistados plantearon que realmente las experiencias relacionadas con la utilización de la nueva tecnología en la detección de los puntos calientes son pobres, pues aún se trabaja en la preparación del personal que debe manejar la cámara y faltaría establecer una metodología para la realización de las inspecciones técnicas preventivas con el uso de la cámara termográfica. Actualmente existe un solo equipo y esa situación limita bastante el trabajo, pues resulta prácticamente imposible poder cubrir el trabajo de inspecciones técnicas preventivas en toda la provincia con una sola cámara.

Actualmente existen otras tecnologías que pudieran beneficiar y viabilizar el trabajo, como son los drones con cámaras incorporadas, pero no se posee dicha tecnología.

### **2.3. Elaboración del reporte de los resultados.**

El trabajo se realizó en los alimentadores: números 21, 22 y 23 pertenecientes a la subestación Portoviejo 2. En esta área de trabajo existe un total de 223 postes distribuidos de la siguiente manera:

Alimentador 21= 96 postes

Alimentador 22= 76 postes

Alimentador 23= 51 postes

Para la realización del trabajo de inspección técnica preventiva, se estableció un modelo de trabajo sencillo, que permitiera viabilizar de manera rápida y con economía, la realización de la inspección técnica con la cámara termográfica. Para ello se consideró el siguiente orden de trabajo:

1. Inspección visual determinando los elementos técnicos del sistema que pudieran constituir un riesgo importante de generar puntos calientes.
2. Análisis de los resultados de la inspección visual, realizando la caracterización e inventario de los elementos técnicos que conforman los alimentadores números 21, 22 y 23 pertenecientes a la subestación Portoviejo 2.
3. Definición de los elementos que ofrecen riesgo de constituir punto caliente. En este caso se consideraron las dobles retenidas y los puentes aéreos. En la tabla 1 se muestran los datos estadísticos relacionados con los elementos del sistema que presentan riesgos de puntos calientes.

Tabla 1. Resultados de la inspección visual

Alimentadores	Cantidad total de postes	Elementos del sistema con riesgos de puntos caliente	De ellos: constituyen riesgo de punto caliente	
			Doble retenida	Puentes aéreos
No 21	96	25	18	7
No 22	76	12	9	3
No 23	51	14	14	--
Total	223	37	28	9

Fuente: Autores del trabajo de titulación

4. Realización de la inspección técnica con la cámara termográfica, definiendo la situación técnica de los elementos seleccionados y la existencia de puntos calientes.
5. Análisis de los resultados de la inspección técnica con la cámara termográfica y elaboración del informe técnico correspondiente. En la figura 4 se muestra una foto de uno de los momentos durante la realización de la inspección técnica utilizando la cámara termográfica.



Figura 4. Realización de la inspección técnica

Fuente: Autores del trabajo de titulación

En la tabla 2 se muestran los datos estadísticos relacionados con los resultados del trabajo de la inspección técnica con la cámara termográfica en el alimentador 21 de la subestación Portoviejo 2.

Tabla 2. Resultados de la inspección técnica en el alimentador 21

No DE POSTE	LD. DEL POSTE	OBSERVACIÓN	No DE FOTO
P1	11005962	S/N	FLIR 051
P2	11005973	POSTE EN MAL ESTADO, PASAN 3 ALIMENTADORES	FLIR 052
CRUCE AÉREO EN LA AV. UNIVERSITARIO Y SUBIDA A LA 12 DE MARZO		S/N	FLIR 053
P3	11018283	<ul style="list-style-type: none"> <li>• POSTE EN MAL ESTADO.</li> <li>• S/N</li> </ul>	FLIR 054
P4	11018243	S/N	FLIR 055-056
P5	11004843	S/N	FLIR 057-058
P6	11004839	S/N	FLIR 059-060
P7	11006151	PUNTO CALIENTE EN EL PUENTE DE GRAPA ESTRIBO FASE B.	FLIR 062-063-064
P8	11016123	S/N	FLIR 065-066
P9	11018103	S/N	FLIR 068
P10	11018125	S/N	FLIR 069-070-071
P11	11005379	S/N FOTO A PUENTES	FLIR 072-073
P12	11004515	S/N	FLIR 074-075
P13	11004433	S/N	FLIR 076
PUENTE AÉREO EN LA CALLE RICAURTE Y AMÉRICA		S/N	FLIR 077
P14	11006067	S/N	FLIR 078
PUENTE AÉREO EN LA CALLE AMÉRICA Y OLMEDO		S/N	FLIR 079-080
P15	POSTE UBICADO FRENTE AL CENTRO OFTALMOLÓGICO CUEVA VISIÓN	S/N	FLIR 081-082-083
PUENTE AÉREO EN LA CALLE AMÉRICA Y 1ERA TRANSVERSAL		S/N	FLIR 084-085
PUENTE AÉREO EN LA CALLE AMÉRICA Y 2DA TRANSVERSAL		MACHINAR PUENTE	FLIR 086
P16	11020330	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAMBIAR TODO EL PUENTE Y VOLVER A MACHINAR EN LA FASE A LADO DE LA ACERA.</li> <li>• PUNTO CALIENTE EN EL CONECTOR.</li> </ul>	FLIR 087-088
PUENTE AÉREO EN LA CALLE AMÉRICA Y SAMUEL POLANCO RIVERA		S/N	FLIR 089
P17	11020036	S/N	FLIR 090
PUENTE AÉREO EN LA CALLE SAMUEL POLANCO Y FRANCISCO DE P. MOREIRA.		S/N	FLIR 091
P18	EN LA UNIVERSIDAD POR LA 2DA PUERTA FRENTE AL CHIFA CON DERIVACIÓN A LA CALLE NUEVA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• POSTE CON TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.</li> <li>• REALIZAR DESBROCE.</li> <li>• PUNTO CALIENTE EN LA SALIDA DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.</li> <li>• POSTE PERTENECIENTE A LA UTM.</li> </ul>	FLIR 095-097-098

Fuente: Autores del trabajo de titulación

Durante la inspección realizada en el alimentador 21, se pudo comprobar que existen irregularidades técnicas vinculadas con elementos del sistema que se encuentran defectuosos en los postes 2 y 3, así como en el puente aéreo de la calle América y 2da transversal. Al propio tiempo se detectaron puntos calientes en los postes 7, 16 y 18, este último ubicado en la Universidad Técnica de Manabí, pudiendo estar asociado a la elevada carga que presenta la universidad en el horario que fue realizada la inspección técnica.

En la tabla 3 se muestran los datos estadísticos relacionados con los resultados del trabajo de la inspección técnica con la cámara termográfica en el alimentador 22 de la subestación Portoviejo 2.

Tabla 3. Resultados de la inspección técnica en el alimentador 22

No DE POSTE	I.D. DEL POSTE	OBSERVACIÓN	No DE FOTO
P1	11005961	<ul style="list-style-type: none"> <li>• POSTE UBICADO EN LA SALIDA DE LA SUB. PORTOVIEJO 2.</li> <li>• PUNTO CALIENTE EN LA FASE DE EN MEDIO EN EL SECCIONADOR TIPO CUCHILLA EN EL CONECTOR PLACA-CABLE.</li> </ul>	FLIR 100
P2	11005973	S/N	FLIR 101
P3	11004635	S/N	FLIR 102
P4	11004814	S/N	FLIR 103
P5	11005428	S/N	FLIR 104
P6	11024254	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DERIVACIÓN HACIA LA ATANASIO SANTOS.</li> <li>• LIMPIAR ESTRUCTURA.</li> <li>• POSTE EN MAL ESTADO.</li> </ul>	FLIR 105
P7	11005617	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DERIVACIÓN TRIFÁSICA HACIA LA ESCUELA JEAN PIAGET.</li> <li>• PUNTO CALIENTE EN LA SALIDA DEL SECCIONADOR DE LA DERIVACIÓN DE LA FASE DEL LADO DE LA CALLE.</li> <li>• SE RECOMIENDA CAMBIAR LOS PUENTES DE LOS SECCIONADORES.</li> </ul>	FLIR 106
PUENTE AÉREO EN LA ENTRADA FRENTE A PLAZA VICTORIA, FRENTE A LA TIENDA JOSMEL.		S/N	FLIR 107
PUENTE AÉREO EN LA ENTRADA A LA URB. LOS ÁLAMOS FRENTE A LA ESCUELA JEAN PIAGET.		S/N	FLIR 108
PUENTE AÉREO FRENTE A LA CANCHA DE LA ESCUELA JEAN PIAGET.		S/N	FLIR 109
P7	11004665	S/N DERIVACIÓN DE LA REALES TAMARINDOS Y ATANASIO SANTOS.	FLIR 110
P8	11005848	S/N	FLIR 111
<b>OBSERVACIÓN: EN LA CALLE ATANASIO SANTOS SE RECOMIENDA APLOMAR VARIOS POSTES.</b>			

Fuente: Autores del trabajo de titulación

La inspección realizada en el alimentador 22, permitió comprobar que existen irregularidades técnicas vinculadas con elementos del sistema que se encuentran defectuosos en el poste 6 y la calle Atanasio Santos. Al propio tiempo se detectaron puntos calientes en los postes 6 y 7, en este último la derivación trifásica hacia la escuela Jean Piaget. Esto hace presumir que en este nivel del sistema puede estar influyendo la elevada carga que representa la escuela.

En la tabla 4 se muestran los datos estadísticos relacionados con los resultados del trabajo de la inspección técnica con la cámara termográfica en el alimentador 23 de la subestación Portoviejo 2.

Tabla 4. Resultados de la inspección técnica en el alimentador 23

No DE POSTE	I.D. DEL POSTE	OBSERVACIÓN	No DE FOTO
P1	11005963	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PUNTO CALIENTE EN LOS SECCIONADORES TIPO CUCHILLA EN LA FASE B.</li> <li>• POSTE UBICADO EN LA SALIDA DE LA SUB. PORTOVIEJO 2</li> </ul>	FLIR 020
P2	11005964	S/N	FLIR 021-022
P3	11006263	S/N POSTE REVENTADO EN LA BASE.	FLIR 023-024
P4	11006262	S/N	FLIR 025
P5	11006260	S/N	FLIR 026-027
P6	POSTE UBICADO DENTRO DE LA URB. BALCONES DE ALTA VISTA.	S/N	FLIR 028-029
P7	UBICADO EN TERRENO VALDÍO LLENO DE MALEZA	S/N REALIZAR DESBROCE	FLIR 030-031
P8	11018197	S/N	FLIR 034
P9	11018187	S/N UBICADO FRENTE AL UVC	FLIR 035-036
P10	11018085	S/N SE RECOMIENDA MACHINAR PUENTE.	FLIR 037-038
P11	11021557	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S/N</li> <li>• HAY QUE APLOMAR POSTE.</li> <li>• PUENTE CANASTILLADO, SE RECOMIENDA CAMBIAR PUENTE.</li> </ul>	FLIR 039
P12	11021551	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAMBIAR PUENTE PORQUE ESTÁN CANASTILLADO.</li> <li>• PUNTO CALIENTE EN LA GRAPA ESTRIBODEL SECCIONADOR DE LA FASE DE EN MEDIO.</li> <li>• UBICADO DIAGONAL A SOLCA.</li> </ul>	FLIR 040-041
P13	11006526	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UBICADO EN LA ENTRADA PARA ALIMENTACIÓN DE SOLCA.</li> <li>• EQUIPO DE MEDICIÓN.</li> <li>• MÍNIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA ENTRADA DE LOS SECCIONADORES DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y DE POTENCIA.</li> </ul>	FLIR 042
P14	11006528	<ul style="list-style-type: none"> <li>• REALIZAR DESBROCE.</li> <li>• PUNTO CALIENTE EN EL SECCIONADOR DE LA BAJANTE.</li> </ul>	FLIR 044
P15	11003836	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UBICADO EN LA ESQUINA DE SOLCA.</li> <li>• MÍNIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA SALIDA DE LOS SECCIONADORES.</li> </ul>	FLIR 046
P16	11003837	S/N	FLIR 047
P17	11003839	S/N	FLIR 048
P18	11003846	S/N	FLIR 049
P19	11006536	<ul style="list-style-type: none"> <li>• POSTE EN MAL ESTADO.</li> <li>• MÍNIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA CADENA DE AISLADORES DE LA FASE DE EN MEDIO.</li> <li>• UBICADO EN LA ENTRADA DE LOS TERRENOS DE LOS ÁLAVA (PARTE TRASERA DE SOLCA)</li> </ul>	FLIR 050

Fuente: Autores del trabajo de titulación

La inspección termográfica permitió comprobar que en este alimentador se concentran la mayor cantidad de problemas técnicos detectados, existiendo

irregularidades técnicas vinculadas con elementos que se encuentran defectuosos en los postes 3, 7, 10, 11 y 19. Al propio tiempo se detectaron puntos calientes en los postes 1, 12 y 14.

En la tabla 5 se expone un resumen general estadístico del trabajo de inspección técnica realizado.

Tabla 5. Resumen general del trabajo de inspección técnica

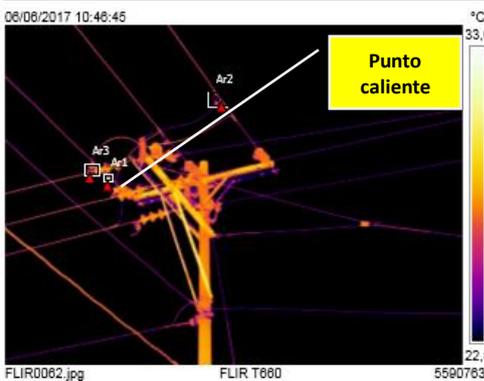
Alimentadores	Cantidad total de postes	Elementos con riesgos de puntos caliente	Elementos inspeccionados	De ellos		Coeficiente de disposición técnica (%)
				Con desperfectos técnicos	Con puntos calientes	
No 21	96	25	25	3	3	94
No 22	76	12	12	2	2	95
No 23	51	14	14	5	3	84
Total	223	37	37	10	18	92

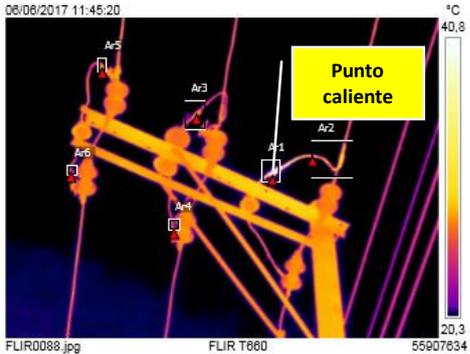
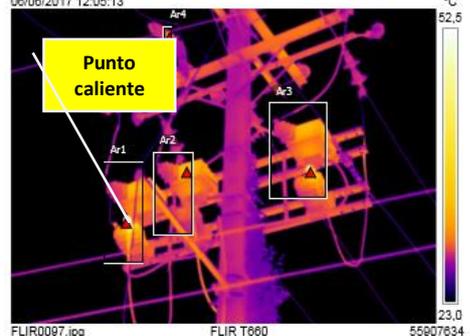
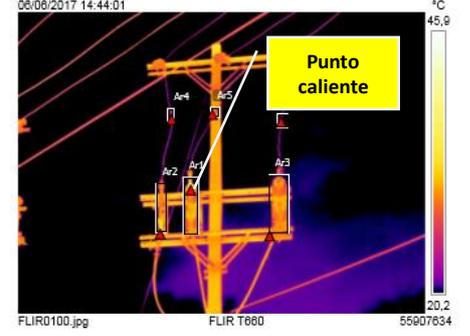
Fuente: Autores del trabajo de titulación

6. Elaboración de las recomendaciones técnicas derivadas del trabajo de inspección.

Como resultado del trabajo de inspección técnica se deben elaborar las recomendaciones técnicas, las que podrán servir para la conformación y perfeccionamiento del plan de mantenimiento. Entre las recomendaciones derivadas del trabajo se encuentran las siguientes.

- a. Realizar el mantenimiento correctivo de los problemas detectados durante la inspección técnica, priorizando los que se encuentran asociados a los puntos calientes, dada las consecuencias que se pudieran derivar de los mismos.
- b. Puntos calientes detectados:

ID del poste	Localización	Desperfecto detectado Recomendaciones	Muestra
<b>ALIMENTADOR 21</b>			
11006151	S 1° 2' 31,12", W 80° 27' 34,81"	PUNTO CALIENTE EN EL PUENTE DE GRAPA ESTRIBO FASE B.	

ID del poste	Localización	Desperfecto detectado Recomendaciones	Muestra
11020330	S 1° 2' 59,01", W 80° 27' 7,60"	<p>PUNTO CALIENTE EN EL CONECTOR</p> <p>CAMBIAR TODO EL PUENTE Y VOLVER A MACHINAR EN LA FASE A LADO DE LA ACERA.</p>	 <p>08/08/2017 11:45:20 °C 40,8</p> <p>FLIR0088.jpg FLIR T860 55907634</p>
	<p>S 1° 2' 42,45", W 80° 27' 21,58".</p> <p>POSTE PERTENECIENTE A LA UTM. EN LA UNIVERSIDAD POR LA 2DA PUERTA FRENTE AL CHIFA CON DERIVACIÓN A LA CALLE NUEVA</p>	<p>PUNTO CALIENTE EN LA SALIDA DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.</p> <p>POSTE CON TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.</p> <p>REALIZAR DESBROCE.</p>	 <p>08/08/2017 12:05:13 °C 52,5</p> <p>FLIR0097.jpg FLIR T860 55907634</p>
<b>ALIMENTADOR 22</b>			
11005961	<p>S 1° 2' 9,70", W 80° 27' 42,95"</p> <p>POSTE UBICADO EN LA SALIDA DE LA SUBESTACIÓN PORTOVIEJO 2.</p>	<p>PUNTO CALIENTE EN LA FASE DE EN MEDIO EN EL SECCIONADOR TIPO CUCHILLA EN EL CONECTOR</p> <p>PLACA-CABLE.</p>	 <p>08/08/2017 14:44:01 °C 45,9</p> <p>FLIR0100.jpg FLIR T860 55907634</p>
11005617	<p>S 1° 2' 46,79", W 80° 27' 51,76"</p> <p>DERIVACIÓN TRIFÁSICA HACIA LA ESCUELA JEAN PIAGET.</p>	<p>PUNTO CALIENTE EN LA SALIDA DEL SECCIONADOR DE LA DERIVACIÓN DE LA FASE DEL LADO DE LA CALLE.</p> <p>SE RECOMIENDA CAMBIAR LOS PUENTES DE LOS SECCIONADORES.</p>	 <p>08/08/2017 14:58:51 °C 51,0</p> <p>FLIR0106.jpg FLIR T860 55907634</p>

ID del poste	Localización	Desperfecto detectado Recomendaciones	Muestra
ALIMENTADOR 23			
11005963	S 1° 2' 9,32", W 80° 27' 42,54" POSTE UBICADO EN LA SALIDA DE LA SUB. PORTOVIEJO 2	PUNTO CALIENTE EN LOS SECCIONADORES TIPO CUCHILLA EN LA FASE B.	
11021551	S 1° 1' 13,38", W 80° 28' 13,60" UBICADO DIAGONAL A SOLCA.	PUNTO CALIENTE EN LA GRAPA ESTRIBODEL SECCIONADOR DE LA FASE DE EN MEDIO. CAMBIAR PUENTE PORQUE ESTÁN CANASTILLADO.	
11006526	S 1° 1' 19,82", W 80° 28' 7,47"	PUNTO CALIENTE EN EL SECCIONADOR DE LA BAJANTE. REALIZAR DESBROCE.	

c. Otros desperfectos técnicos:

ID del poste	Localización	Desperfecto detectado Recomendaciones	Muestra
ALIMENTADOR 21			
11005973	S 1° 2' 10,21", W 80° 27' 43,15"	POSTE EN MAL ESTADO. PASAN 3 ALIMENTADORES	

ID del poste	Localización	Desperfecto detectado Recomendaciones	Muestra
11018283	S 1° 2' 18,77", W 80° 27' 40,18"	POSTE EN MAL ESTADO.	<p>08/08/2017 10:30:24</p>  <p>FLIR0054.jpg FLIR T660 55907834</p>
	S 1° 2' 59,85", W 80° 27' 9,10" PUENTE AÉREO EN LA CALLE AMÉRICA Y 2DA TRANSVERSAL	MACHINAR PUENTE	<p>08/08/2017 11:41:12</p>  <p>FLIR0086.jpg FLIR T660 55907834</p>
<b>ALIMENTADOR 22</b>			
11024254	S 1° 2' 33,38", W 80° 28' 9,33" DERIVACIÓN HACIA LA ATANASIO SANTOS.	POSTE EN MAL ESTADO. LIMPIAR ESTRUCTURA.	<p>06/06/2017 14:55:06</p>  <p>FLIR0105.jpg FLIR T660 55907834</p>
11005848 Y OTROS	S 1° 2' 32,22", W 80° 28' 8,60" EN LA CALLE ATANASIO SANTOS	SE RECOMIENDA APLOMAR VARIOS POSTES.	<p>08/08/2017 15:16:26</p>  <p>FLIR0111.jpg FLIR T660 55907834</p>
<b>ALIMENTADOR 23</b>			
11006263	S 1° 2' 7,05", W 80° 27' 40,80"	POSTE REVENTADO EN LA BASE.	<p>01/06/2017 10:39:06</p>  <p>FLIR0023.jpg FLIR T660 55907834</p>

ID del poste	Localización	Desperfecto detectado Recomendaciones	Muestra
	S 1° 1' 49,57", W 80° 27' 39,88"  UBICADO EN TERRENO VALDÍO URBANIZACION BALCONES DE ALTA VISTA	REALIZAR DESBROCE	01/08/2017 11:08:43  FLIR0031.jpg FLIR T660 55907834
11018085	S 1° 1' 34,42", W 80° 27' 53,60"	SE RECOMIENDA MACHINAR PUENTE.	01/08/2017 11:24:49  FLIR0038.jpg FLIR T660 55907834
11021557	S 1° 1' 10,26", W 80° 28' 8,40"	HAY QUE APLOMAR POSTE. PUENTE CANASTILLADO, SE RECOMIENDA CAMBIAR PUENTE.	01/08/2017 11:33:04  FLIR0038.jpg FLIR T660 55907834
11006536	S 1° 1' 32,75", W 80° 27' 54,41"  UBICADO EN LA ENTRADA DE LOS TERRENOS DE LOS ÁLAVA (PARTE TRASERA DE SOLCA)	POSTE EN MAL ESTADO. MÍNIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA CADENA DE AISLADORES DE LA FASE DE EN MEDIO.	01/08/2017 12:01:21  FLIR0050.jpg FLIR T660 55907834

## 7. De los requisitos de las inspecciones técnicas

### a. Sobre el parámetro de la temperatura para definir la existencia del punto caliente:

La International Electrical Testing Association (NETA) plantea en su publicación del año 2009, que diferencias de temperatura entre elementos similares en las mismas condiciones de trabajo (carga, etc.) superiores a 15°C, podrían implicar la toma de acciones inmediatas para la reparación de dicho equipo. Igualmente se recomienda el mismo tipo de acción, cuando la diferencia de temperatura entre el elemento bajo estudio

y la temperatura ambiente sea superior a los 40°C. Sin embargo, la CNEL Manabí comienza a considerar el punto caliente, cuando los elementos muestreados exponen una temperatura por encima de los 37°C.

El problema radica en considerar el momento en que se está tomando la muestra, pues a menor carga existirá menor resistencia. De esa manera en un sistema que se encuentre al 50% de la carga normal de trabajo en horas pico, es posible que las temperaturas muestreadas correspondan al 50% de lo que serían, cuando el sistema esté soportando el 100% de la carga.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente se puede considerar, que lo establecido por CNEL Manabí en cuanto a la temperatura media para considerar la existencia de un punto caliente sea correcto, si la inspección técnica se está realizando fuera del horario de la mayor demanda del sistema, pues las lecturas de temperatura pueden ser el doble, cuando el sistema se encuentre soportando el 100% de la carga de trabajo.

b. El nivel de preparación profesional:

La inspección técnica no debe confundirse con un simple trabajo de tomar fotos, pues no se trata sólo de aplicar las técnicas fotográficas. El personal que participa en la inspección técnica debe contar como mínimo con un tercer nivel en la especialidad de electricidad y dominar las normas que rigen el funcionamiento operacional del sistema, así como haber recibido previamente una capacitación sobre las técnicas para realizar las tomas termográficas, para lo cual debe conocer las propiedades de la tecnología con la que está trabajando.

Es importante que los técnicos que se encuentran participando de la inspección, conozcan las características técnicas del sistema eléctrico en el que se encuentran trabajando, sus fortalezas y debilidades, tiempo de explotación de la tecnología y otros datos que se consideren necesarios.

c. La tecnología termográfica:

Resulta importante considerar el importante papel que juega la tecnología termográfica para la realización de una inspección técnica de esta naturaleza. Sin una cámara termográfica sería muy complejo realizar una inspección técnica para detectar de manera adelantada los riesgos de puntos calientes.

Cuando menos se debe contar con una cámara que posea lente para la realización de tomas termográficas. Cuanta más resolución posea la cámara, mayor calidad tendrán las tomas y por consiguiente el trabajo.

d. El momento escogido para realizar la inspección:

La inspección técnica puede realizarse en cualquier momento, pero tomando en consideración el cálculo aproximado de la carga que tiene el sistema al cual se les está tomando las muestras.

La International Electrical Testing Association (NETA) plantea en su publicación del año 2009, que no se deben realizar inspecciones termográficas en sistemas que se encuentren operando por debajo del 30% de su capacidad de carga diseñada.

Lo que si debe ser tomado en consideración es, que cuanto más próximo se esté del horario pico de carga en el sistema, las muestras serán más aproximadas a la realidad y que las tomas fotográficas nocturnas pueden ofrecer un contraste de mayor calidad para el trabajo.

## **CAPÍTULO III**

### **3. El Plan de Mantenimiento por el método tradicional**

Existen diferentes tipos de mantenimientos que son: mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

#### **3.1. Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo, es aquel que corrige los fallos observando los equipos, máquinas o instalaciones, se lo considera como un mantenimiento básico que no requiere de mayor seguimiento y consiste en localizar averías, defectos, corregirlos y repararlos.

Este mantenimiento se realiza cuando ocurren fallos y averías en los equipos o en uno de sus elementos que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, el costo elevado por reparación, repuestos y mano obra son elevados, ya que implica el cambio total o de algunas piezas del equipo<sup>31</sup>.

#### **3.2. Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo es la secuencia de acciones que se requieren y las técnicas que se adoptan, con el fin de detectar causas y efectos en los equipos y máquinas, para evitar que las fallas se manifiesten durante la operación, evitando que se presenten paros de emergencia, causando pérdidas económicas.

El mantenimiento predictivo es la relación entre una variable física y el deterioro de un equipo o de una de sus piezas, mediante el

monitoreo de las condiciones de operación, con el propósito de detectar problemas sin interferir en el correcto funcionamiento del equipo y previniendo que puedan afectar o detener la producción.

El procedimiento a realizar para materializar el mantenimiento predictivo sería: un seguimiento con su debida planificación y programación de la máquina a pleno funcionamiento, para determinar su condición técnica (mecánica y eléctrica), basados en las tomas de muestras, seguimiento y análisis, que varían según el estado o condición del equipo, las cuales pueden determinarse como temperatura, frecuencia, velocidad,

---

<sup>31</sup> Escotto, L. (2010). Mantenimiento correctivo. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/mantenimiento-correctivo/mantenimiento-correctivo.shtml>.

aceleración, movimiento, desplazamiento, deformación, espesor, presión, ruido, pH, concentración; de esta manera se establecen valores que sirven de alarman y se actúa sobre los parámetros obtenidos en las mediciones para gestionar próximos mantenimientos.

### **3.3. Procesamiento de datos**

Toda la información que se reúne con la examinación y el monitoreo de los equipos, es aplicado en algoritmos matemáticos que agregados a las operaciones de diagnóstico, arrojaran información concerniente de los equipos, permitiendo determinar con algún margen de error, un posible fallo.

### **3.4. Mantenimiento predictivo y sus ventajas**

Las principales ventajas en el mantenimiento predictivo de cara a los tipos de mantenimiento, es que no se necesita realizar grandes barridos, en la mayoría de los casos mantener un funcionamiento continuo; si produce alguna irregularidad se programa una intervención, anticipándose a la posibilidad de fallo antes de que se convierta en un daño irremediable.

Ventajas del mantenimiento predictivo:

- Disminuye considerablemente las fallas imprevistas, dado que se realiza un seguimiento constante a las condiciones del equipo.
- Disminuye el costo de fiscalización, ya que por medio del análisis se define el estado del equipo.
- Disminuyen costos de salvaguardia de los equipos.

Cuando se implementa el mantenimiento predictivo, se cumplen las siguientes características:

- Aseguramiento de la calidad: este aseguramiento se hace mediante criterios de aceptación cuando se realiza el análisis y se obtiene la información que brinde seguridad para nuevas instalaciones y equipos reparados.
- Registro de materiales y repuesto justo a tiempo: cuando se reduce el riesgo se permite realizar el justo a tiempo, los materiales, repuesto y sus precios en stock es menor.
- Prevenciones del mantenimiento basado en el cronograma preventivo: al tener la recopilación de datos, examinar con el historial y estado real de las maquinas,

teniendo como base esta información se puede programar el mantenimiento del equipo.

- Incremento del tiempo entre falla (MTBF): está comprobado que con las técnicas de mantenimiento predictivo las posibilidades del fallo disminuyen.
- Ahorros de energía: cuando los equipos trabajan ineficientemente se pierde entre un 5 y un 15 por ciento de energía, cuando la falla se descubre a tiempo se realizan las respectivas correcciones.
- Mantenimiento proactivo: después hecha la representación y definir la causa de la falla, se rediseña las instalaciones de los equipos aumentando su vida útil y minimizando con frecuencia la reparación.

### **3.5. Técnicas de mantenimiento predictivo**

Existen varias técnicas para realizar mantenimiento predictivo, se clasifican en técnicas sencillas y técnicas que requieren de conocimientos previos y equipos avanzados. Dentro de las primeras podríamos incluir inspecciones visuales de las instalaciones y equipos, lectura de datos por medio de instrumento instalado de forma permanente tales como<sup>32</sup>:

- Termómetros.
- Manómetros.
- Caudalimétricos.
- Medidas de desplazamiento o vibración, etc.

Dentro de técnicas complejas se destacan: análisis de vibración, termografía, análisis de aceite, inspecciones baroscópicas y el análisis por ultra sonido. Estas técnicas se describen a continuación.

### **3.6. El mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades que se realizan en las líneas de distribución, para evitar cualquier circunstancia que origine una operación

---

<sup>32</sup> Solís Mora, V. S. (2013). "Desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación Oriente y alimentador Totoras de la Empresa Eléctrica Ambato s.a.". Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

indebida o un fallo en algún circuito, que conlleve a disminuir la confiabilidad del servicio eléctrico<sup>33</sup>.

Las actividades de mantenimiento preventivo de mayor incidencia que se realizan en las líneas de distribución son:

- Inspección total.
- Lavado de aislamiento.
- Inspección de punto de conexión.
- Cambio de aisladores.
- Desbroce de árboles.
- Retiro de publicidad.
- Mantenimiento de seccionadores.

### **3.6.1. Inspección total**

Para la inspección total de los circuitos se debe seguir un procedimiento que permita observar detalladamente de forma simple, todas las partes o componentes de las líneas de distribución.

Periódicamente se deberá inspeccionar las componentes del circuito, las observaciones a seguir son:

#### **a. Alimentador:**

- Mediciones de voltaje en los puntos de prueba.
- KVA instalados por fase del alimentador.
- Registro de máximo: voltaje, corriente, potencia en la subestación.
- Verificar que las estructuras no presenten indicios de oxidación.
- Observar posibles inclinaciones de las estructuras.
- Pruebas de factor de potencia.
- Análisis de caída de voltaje.
- Inspección visual (malas conexiones en el alimentador).

#### **b. Transformadores de distribución:**

- Inspección visual (conexiones, oxidación, botes de aceite, entre otras).
- Análisis del estado de carga.
- Medición de voltaje y corriente tanto en la entrada y en los bushings de salida

---

<sup>33</sup> Saavedra, T. J. (2007). Revisión de la efectividad del plan anual de mantenimiento preventivo de la red de distribución de ENELCO A 13,8 KV. Obtenido de: [http://tesis.ula.ve/pregrado/tde\\_archivos/9/TDE-2012-07-10T01:13:40Z-1557/Publico/mardellijosue.pdf](http://tesis.ula.ve/pregrado/tde_archivos/9/TDE-2012-07-10T01:13:40Z-1557/Publico/mardellijosue.pdf)

➤ Análisis de rigidez dieléctrica de aceite.

➤ Repintado de la carcasa.

**c. Capacitores:**

➤ Mantenimiento (limpieza de porcelana, tanques, fusibles, chequeo del ajuste de terminales y conexiones).

➤ Medición de rigidez dieléctrica de cada capacitor.

➤ Realizar pruebas de vaciamiento de fugas.

**d. Fusibles y seccionadores:**

➤ Chequear las conexiones de la línea y puntos a tierra.

➤ Medición de resistencia de aislamiento.

➤ determinar el estado de la porcelana y limpieza.

➤ Registro de apertura y cierres.

**e. Conductores y conectores:**

➤ Verificación de la presencia de hilos partidos en los conductores.

➤ Verificación de la presencia de conductores desnivelados o blandos.

➤ Verificación de la presencia de cables muy pegados a construcciones.

➤ Verificación de la existencia de vegetación alta.

➤ Verificación de falsos contactos debido a la debilidad de los contactares.

➤ Verificación de la corriente y capacidad nominal de los conductores.

**f. Aisladores:**

➤ Verificación de la presencia de cables muy pegados a edificaciones.

➤ Verificación de la existencia de oxidación en los aisladores de suspensión.

➤ Verificación de la presencia de aisladores rotos o fogoneados.

**g. Pararrayos:**

➤ Inspección visual (estado, conexionado, porcelana, contador de descargas).

➤ Chequear las conexiones de líneas y puesta a tierra.

➤ Medición de resistencia de aislamiento.

**h. Postes:**

➤ Georreferenciación de los postes.

➤ Poste fuera de alimentador, inclinado o flexionado.

➤ Postes con base deteriorada, oxidada o con hendidura.

### 3.6.2. Lavado de aislamiento

En la realización del lavado de aisladores, comúnmente lavado de líneas, el propósito principal es la de eliminar la presencia de polvo, contaminación ambiental e industrial que se adhieren al dispositivo que podrían suscitar en fallos, que puedan interrumpir el servicio eléctrico<sup>34</sup>.

Los componentes de las líneas de distribución que se deben someter al lavado de aislamiento son:

- Aisladores de espiga y suspensión.
- Seccionadores.
- Cortacorrientes.
- Aislamiento de los transformadores (Bushing).
- Pararrayos.

El lavado se puede ejecutar en líneas tanto energizadas como desenergizadas y dependerá principalmente de la criticidad de la línea. El procedimiento a seguir para realizar el lavado es el siguiente:

- Se verifica la operación del equipo de lavado.
- Se confirma la dirección del viento, esto debido a que el operario que realiza el trabajo debe ubicarse en el mismo sentido a la dirección de este por medio de seguridad.
- La distancia mínima a la que el operario debe ubicarse de la línea para realizar el lavado, depende del nivel de tensión de esta, siguiendo las indicadas en la tabla.
- Se ajusta la presión del agua del equipo moto-bomba de acuerdo con la tensión de la línea, según se expone en la tabla 6. El lavado se realiza desde abajo hacia arriba, una vez llegado el extremo superior se lava en sentido inverso, culminando en el extremo inferior, esto garantiza un mejor mantenimiento.

Tabla 6. Distancia mínima y presión del equipo moto bomba.

KV	Distancia (m)	Presión (PSI)
13,8	2,43	400
34,5	3,05	450

Fuente: Pérez, C. D. (2015). Crecimiento de algas sobre aisladores de media tensión y su impacto sobre el desempeño eléctrico.

<sup>34</sup> Pérez, C. D. (2015). Crecimiento de algas sobre aisladores de media tensión y su impacto sobre el desempeño eléctrico.

### **3.6.3. Desbroce de árboles**

Es la remoción de las ramas muertas (secas), enfermas, superfluas o que estén en contacto con la línea de distribución, tomando en consideración la futura salud o crecimiento del árbol.

Para su clasificación se deben considerar algunos aspectos: ubicación del árbol con respecto a la red eléctrica, tipos de árboles existentes en la zona y la ubicación de la red eléctrica. Se deberá despejar toda vegetación existente en los postes, aislados, cruceta, viento, entre otros.

Esta clase de poda consiste en cortar las ramas que están debajo, encima o cerca de la red eléctrica es la poda que se realiza en dirección axial.

#### **3.6.3.1. Desbroce en dirección transversal de las redes eléctricas**

Consiste en despejar de la franja de servidumbre de acuerdo a los niveles de voltaje de la línea, como referencia en líneas de distribución (13,8 kv) de 2 metros de ancho, medidos desde los conductores exteriores.

#### **3.6.3.2. Desbroce de maleza debajo de las redes eléctricas**

Dependerá de la configuración física del árbol y si este lo permite, el corte a efectuar en el tronco es a una altura de tres metros desde el suelo, cumpliendo igualmente las dimensiones en dirección transversal.<sup>16</sup>

#### **3.6.3.3. Procedimiento para la realización de la poda**

- Se realiza un diagnóstico previo de la zona de trabajo para determinar los posibles riesgos presentes en la misma.
- Para realizar la poda de cualquier árbol debe cumplir con los requisitos establecidos en la normativa de la empresa y en las leyes ambientales vigentes.
- Se verifica la disponibilidad y condiciones de los equipos a utilizar.
- Se desbroza las ramas desde lo más accesible a lo menos accesible.
- Los desbroces se deberán ejecutar con motosierras o serruchos especiales, esto con la finalidad de realizar cortes limpios y rasos, evitando la rotura de las ramas.
- Los desbroces de las ramas tienen que ser diagonales con la finalidad que no se deposite agua en el corte.
- La zona cortada se debe tratar con alquitrán vegetal, con la finalidad de proteger la integridad del árbol, evitando la penetración de gérmenes patógenos que lo perjudiquen.

- Los desbroces de árboles frutales y ornamentales se deberán efectuar lo más cuidadosamente posible y de acuerdo a su configuración, ya que se debe evitar los riesgos que podría perjudicar a los cultivos, y estos se encuentran protegidos por las leyes ambientales de nuestro país.
- Se retiran las protecciones (si se colocaron) una vez despejada la línea.

#### **3.6.4. Inspección de Puntos de Conexión**

Anormalidades que generalmente se presentan en las líneas de distribución:

- Material no adecuado para los puntos de conexión en seccionadores y corta corrientes.
- Conectores permagrip conectados directo a las líneas.
- Bajantes de la salida secundaria del transformador conectados a línea de baja tensión con conectores o mal comprimidos.
- Ausencia de conectores de tipo terminal en puentes conectados a seccionadores o cortacorriente.
- Ausencia de conectores adecuados para la unión de puentes o conductores.

Existen diversas formas de prevenir fallos, tanto en puntos de conexión como en otros dispositivos de interconexión en la línea. Un fallo eléctrico antes de producirse se manifiesta generando calor. Esto generalmente se traduce en una elevación de temperatura que puede ser súbita. Dependiendo del dispositivo, abra variaciones de temperatura.

La termografía infrarroja es una técnica que permite detectar a distancia y sin contacto físico un elemento bajo análisis, partiendo de la base de medir los niveles de radiación dentro del espectro infrarrojo, ya que los seres humanos no pueden detectar la radiación infrarroja emitida por un elemento<sup>35</sup>.

Las causas que originan estos efectos pueden ser:

- Conexiones inadecuadas.
- Conexiones afectadas por salinidad.
- Fracturas en conductores.
- Suciedad en conexiones y/o contactos.

---

<sup>35</sup> TERMOGRAFICA, C. S. (17 de julio de 2011). INTEREMPRESAS. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/8677-La-inspeccion-termografica-en-el-mantenimiento-predictivo-de-una-planta.html>.

- Degradación de los materiales aislantes.

### **3.7. Exploración de la problemática**

La problemática en la localización de fallos en sistemas de transmisión y distribución de energía se presenta por la falta de adaptabilidad de los modelos desarrollados, limitándose la mayoría de veces a algunas topologías de redes. La utilización del método determinístico y técnicas de inteligencia artificial, por lo general presentan dificultades para la correcta localización de la misma centrándose, esencialmente en la calificación y clasificación de fallos<sup>36</sup>.

Por esto, en los últimos años muchas investigaciones se han centrado en la búsqueda de métodos y técnicas que permitan estimar de forma precisa el lugar de ocurrencia de una falla en un sistema de potencia radical<sup>37</sup>.

#### **3.7.1. Resultados de la inspección visual**

La recopilación de muestras conlleva a utilizar diferentes tipos de análisis como el estadístico múltiple, para determinar las relaciones entre variantes y fallos. Obteniendo una buena interpretación de sus causas y efectos, alcanzando el mayor grado de análisis posible, calificando y clasificando los fallos por su grado de influencia<sup>38</sup>.

Los sistemas eléctricos se deterioran con el pasar del tiempo, por el uso y en ciertos casos el mal uso constituye una causa en sí para la aparición de fallos. Para garantizar la confiabilidad del sistema, debe realizarse un mantenimiento eléctrico, corregirse los posibles problemas y evitar excesos de consumo de energía eléctrica. En la tabla 7 se muestra el resultado de la inspección técnica visual.

---

<sup>36</sup> Crespo-Quintero, I. E. (2010). Desarrollo de un modelo para la localización de fallas en. UNAL, <http://www.bdigital.unal.edu.co/2028/1/71795342.20101.pdf>.

<sup>37</sup> Garcés-Restrepo, J. C. (2012). Inspecciones Aéreas de Líneas de Transmisión con Alta Tecnología. Jornadas Técnicas ISA.

<sup>38</sup> Ing-Navarrete-Garcia, I. (junio de 2015). Detección de puntos calientes en líneas de transmisión usando redes neuronales artificiales y elementos de inteligencia artificial. Santiago, Cuba: universidad de Oriente.

Tabla 7. Resultados de la inspección técnica visual

Alimentador 21

HOJA DE ESTACAMIENTO			ESTRUCTURAS EXISTENTES										OBSERVACIONES
#	LATITUD	LONGITUD	3VD	3SA	3SP	3SR	3SD	3VP	3CR	3CP	3CD	3VR	
P0	-1.036047	-80.461858				1							SALIDA DE LA S/E - S/N - GRAPA EN CALIENTE CONECTADA EN LA FASE DEL CENTRO
P1	-1.036058	-80.462071					1						S/N
P2	-1.036196	-80.46225			1								S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P3	-1.036388	-80.462561			1								S/N
P4	-1.036631	-80.462767		1									PUENTE AÉREO AV. UNIVERSITARIA Y SUBIDA A 12 DE MARZO
P5	-1.036944	-80.462591						1					S/N
P6	-1.03718	-80.462406			1								S/N
P7	-1.037401	-80.462218			1								S/N
P8	-1.037696	-80.461943			1	1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO PARA PUENTE
P9	-1.038108	-80.461578			1								GRAPA CON ESTRIBO PUENTE CANASTILLADO
P10	-1.038529	-80.461197			1	1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO PARA SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P11	-1.038915	-80.46083			1								S/N
P12	-1.03785	-80.462124		1									S/N
P13	-1.038001	-80.46221								1			S/N
P14	-1.038298	-80.462385								1			S/N
P15	-1.03851	-80.462485								1			S/N
P16	-1.038743	-80.462583					1		1				S/N

P17	-1.03889	-80.462682						1					S/N - AISLADOR VIRADO
P18	-1.039245	-80.462857						1					S/N
P19	-1.039615	-80.463031					1						S/N - GRAPA EN CALIENTE
P20	-1.040229	-80.463111						1					2 GRAPAS SIN ESTRIBO
P21	-1.040582	-80.463125						1					S/N
P22	-1.040895	-80.463174		1	1								1 GRAPA CON ESTRIBO EN UNA FASE DE LA SR
P23	-1.038908	-80.462414								1			S/N
P24	-1.039107	-80.462231						1					S/N
P25	-1.039315	-80.462059						1					S/N
P26	-1.039512	-80.461866						1					S/N
P27	-1.039721	-80.46168						1					S/N
P28	-1.039944	-80.461474						1					S/N
P29	-1.040129	-80.461324						1					S/N
P30	-1.040324	-80.461157						1					S/N
P31	-1.040517	-80.460967						1					S/N
P32	-1.040751	-80.460735						1					S/N
P33	-1.040953	-80.460556						1					S/N
P34	-1.041145	-80.460393						1					S/N
P35	-1.041362	-80.460216						1					S/N
P36	-1.041593	-80.459964						1					S/N
P37	-1.041817	-80.459766						1					S/N
P38	-1.042015	-80.459576				1			1				2 GRAPA Y ESTRIBO CONECTADO EN DIFERENTES FASES - GRAPA EN CALIENTE CONECTADA A UNA FASE
P39	-1.041792	-80.459337						1					S/N
P40	-1.041498	-80.459024						1					S/N

P41	-1.041251	-80.458747									2		GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA - GRAPA EN CALIENTE CONECTADA PARA PUENTE QUE VA AL SECCIONADOR PORTA FUSIBLE
P42	-1.04149	-80.458537						1					GRAPA CON ESTRIBO CONECTADO A LA FASE DEL CENTRO
P43	-1.041762	-80.458275						1					S/N
P44	-1.042052	-80.458035								1			S/N
P45	-1.042318	-80.457799						1					S/N
P46	-1.042572	-80.457587						1					S/N
P47	-1.042845	-80.457337						1					S/N
P48	-1.043142	-80.457082						1					S/N
P49	-1.043373	-80.456874						1					S/N
P50	-1.04366	-80.456647					1						GRAPA CON ESTRIBO PARA CONEXIÓN DEL SECCIONADOR PORTAFUSIBLE - GRAPAS EN CALIENTE CONECTADAS EN DIFERENTES FASES - TRANSFORMADOR
P51	-1.044028	-80.456432					1						GRAPA CON ESTRIBO CONECTADO EN UNA FASE DE LOS EXTREMOS
P52	-1.044308	-80.456292						1					S/N
P53	-1.044622	-80.456173			1	1							PUENTES AÉREOS EXISTENTES ENTRE LAS FASES PARA DERIVACIÓN
P54	-1.045021	-80.456026				1		1					S/N - SIGUIENTE POSTE CON ESTRUCTURA 3SR ENTRADA A LA UNIVERSIDAD (PRIVADO)
P55	-1.044827	-80.456615						1					S/N
P56	-1.044983	-80.457014						1					S/N
P57	-1.045143	-80.457377						1					GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A LA FASE DEL EXTREMO DE LA CALLE - ESTRIBO CONECTADO EN LA FASE DEL CENTRO

P58	-1.045329	-80.457762						1					S/N
P59	-1.045489	-80.458158				1						1	PUENTE REALIZADO PARA CONEXIÓN DE SECCIONADOR PORTAFUSIBLE Y GRAPAS EN CALIENTE CONECTADAS EN LOS CONDUCTORES DE LA ESTRUCTURA 3SR
P60	-1.045827	-80.458026						1					S/N
P61	-1.046193	-80.457869						1					S/N
P62	-1.046582	-80.457701						1					S/N
P63	-1.046976	-80.457531						1					GRAPA CON ESTRIBO PARTIDO Y GRAPA CON ESTRIBO CONECTADO
P64	-1.047347	-80.457379						1					S/N
P65	-1.047734	-80.457217						1					2 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS PARA CONEXIÓN DE 2 TRANSFORMADORES
P66	-1.04795	-80.457129						1					S/N
P67	-1.048107	-80.457046	1										S/N - EMPALMES EN LOS 3 CONDUCTORES
P68	-1.048513	-80.456903						1					S/N - GRAPA CON ESTRIBO PARA SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P69	-1.048867	-80.45675						1					S/N
P70	-1.049245	-80.456577						1					S/N - GRAPA CON ESTRIBO PARA SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P71	-1.04958	-80.456435						1					S/N - GRAPA SIN ESTRIBO EN LA FASE DEL LADO DE LA ACERA
P72	-1.049933	-80.456279						1					S/N
P73	-1.050298	-80.456141						1					S/N - GRAPA SIN ESTRIBO PARA CONEXIÓN DE SECCIONADOR PORTAFUSIBLE QUE ANTECEDE A TRANSFORMADOR
P74	-1.050733	-80.45596	1										S/N - EMPALMES REALIZADOS EN LOS 3 CONDUCTORES
P75	-1.051075	-80.455823						1					S/N - 2 ESTRIBOS SIN FUNCIONALIDAD Y GRAPA CONECTADA SIN ESTRIBO EN LA FASE DEL LADO DE LA ACERA

P76	-1.0515	-80.455636						2					3 ESTRIBOS SIN FUNCIONALIDAD Y 3 GRAPAS CONECTADAS PARA CADA CONDUCTOR QUE ALIMENTA A SECCIONADORES PORTAFUSIBLES
P77	-1.051843	-80.455494	1										S/N
P78	-1.052132	-80.455292										1	S/N
P79	-1.051213	-80.455672						1					S/N - GRAPA CON ESTRIBO PARA SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P80	-1.051026	-80.455247						1					S/N - GRAPA SIN ESTRIBO DESCONECTADA - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADO A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P81	-1.050892	-80.454923						1					S/N
P82	-1.050746	-80.454574	1										S/N - EMPALME EN LOS 3 CONDUCTORES
P83	-1.05062	-80.454261						1					S/N - 3 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS PARA SECCIONADORES PORTAFUSIBLE
P84	-1.050432	-80.453778						1					S/N - 3 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS PARA SECCIONADORES PORTAFUSIBLE
P85	-1.0503	-80.45347						1					S/N - PUENTE AÉREO CONECTADO CON GRAPAS SIN ESTRIBO
P86	-1.050132	-80.453081						1					S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P87	-1.050001	-80.452737						1					S/N - 3 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS PARA SECCIONADORES PORTAFUSIBLE
P88	-1.049874	-80.452417	1										S/N - GRAPA EN CALIENTE CONECTADA EN LOS PUENTES CONECTADOS A LOS AISLADORES
P89	-1.04973	-80.452078						1					S/N
P90	-1.049588	-80.451734						1					S/N
P91	-1.049444	-80.451408						1					S/N - GRAPA SIN ESTRIBO PARA CONEXIÓN DE SECCIONADOR PORTAFUSIBLE QUE ANTECEDE A TRANSFORMADOR - PUENTE AÉREO
P92	-1.049315	-80.45108						1					S/N

P93	-1.04918	-80.450763						1					S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A TRANSFORMADOR
P94	-1.049036	-80.450412						1					S/N
P95	-1.048848	-80.450028						1					S/N
P96	-1.048709	-80.449713						1					S/N

### Resumen alimentador 21

CODIGO	ESTRUCTURAS	AISLADORES	CADENA DE AISLADORES	AISLADORES	CANTIDAD DE POSTE
3SP	9	27	0	0	96 POSTES
3SA	3	18	0	0	
3VP	66	198	0	0	
3CP	4	12	0	0	
3VR	2	0	6	12	
3SR	8	0	24	48	
3SD	5	15	30	60	
3VD	5	15	30	60	
3CR	2	0	6	12	
3CD	3	9	18	36	
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>294</b>	<b>114</b>	<b>228</b>	

Alimentador 22

HOJA DE ESTACAMIENTO			MUESTRA #1	ESTRUCTURAS EXISTENTES									OBSERVACIÓN
#	LATITUD	LONGITUD	VANO ATRÁS (MTS)	3SA	3SP	3VP	3SR	3CD	3VR	3VD	3SD	3VA	
P0	-1.036063	-80.461869					1						SALIDA DE LA S/E - GRAPAS EN CALIENTE CONECTADAS EN LOS CONDUCTORES DE SALIDA DE LOS SECCIONADORES TIPO CUCHILLA
P1	-1.036051	-80.461999						1					DIAGONAL A LA S/E - S/N - PUENTES EN LOS AISLADORES CANASTILLADOS
P2	-1.036242	-80.462303			1								S/N
P3	-1.036401	-80.462472			1								S/N
P4	-1.036629	-80.462775			1								S/N
P5	-1.036842	-80.463178		1									S/N
P6	-1.036999	-80.463531									1		S/N
P7	-1.03717	-80.463882				1							S/N
P8	-1.037251	-80.464155				1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA AL SECCIONADOR PORTAFUSIBLE QUE DERIVA A UN TRANSFORMADOR
P9	-1.037479	-80.464431				1							S/N
P10	-1.037581	-80.464697				1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA AL SECCIONADOR PORTAFUSIBLE PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA

P11	-1.03778	-80.465122				1							S/N - 2 GRAPAS CON ESTRIBO CONECTADAS A SECCIONADORES PORTAFUSIBLE PARA DERIVACIÓN BIFÁSICA
P12	-1.03796	-80.46538										1	S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE - GRAPA Y ESTRIBO CONECTADOS PERO SIN CUMPLIR ALGUNA FUNCIÓN
P13	-1.038298	-80.465727								1			S/N - EMPALMES REALIZADOS EN LOS CONDUCTORES DE LAS 3 FASES - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P14	-1.038482	-80.465961										1	S/N
P15	-1.038668	-80.466152										1	S/N
P16	-1.038899	-80.466361				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P17	-1.03912	-80.466554				1							S/N
P18	-1.039452	-80.466832										1	S/N
P19	-1.03964	-80.466989				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE CON DERIVACIÓN A TRANSFORMADOR
P20	-1.040038	-80.467327										1	S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P21	-1.040272	-80.467489								1			GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR - EMPALME EN LOS CONDUCTORES

P22	-1.040376	-80.467577				1							S/N - 2 GRAPAS CON ESTRIBO CONECTADAS A SECCIONADORES PORTAFUSIBLE - GRAPA EN CALIENTE CONECTADA SIN CUMPLIR FUNCIÓN ALGUNA
P23	-1.040561	-80.467709				1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA PARA CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR
P24	-1.040871	-80.467987				1							S/N - GRAPAS CON ESTRIBO CONECTADAS PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA
P25	-1.041102	-80.468164				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA EN LA FASE DEL LADO DE LA ACERA
P26	-1.041409	-80.468347				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P27	-1.041696	-80.468574				1							2 GRAPAS CON ESTRIBO CONECTADAS A SECCIONADORES PORTAFUSIBLES - CONDUCTOR CON 2 EMPALMES EN LA FASE DEL LADO DE LA CALLE
P28	-1.041915	-80.468768				1							S/N
P29	-1.042209	-80.468972				1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA PARA CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR
P30	-1.042363	-80.469158					2						UBICADO EN LA CALLE ATANACIO SANTOS - GRAPAS EN CALIENTE PARA EMPALMAR PUENTES QUE VAN A LOS SECCIONADORES PORTAFUSIBLES - CONDUCTOR CON EMPALME DEL LADO DE LA ACERA
P31	-1.042889	-80.464073				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA CONEXIÓN A TRANSFORMADOR - ESTRIBO CONECTADO PERO SIN USO
P32	-1.043056	-80.463672				1							S/N

P33	-1.043107	-80.463577				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE PARA DERIVACIÓN A TRANSFORMADOR
P34	-1.043052	-80.463639				1							S/N
P35	-1.043554	-80.463761					1						S/N - GRAPA CONECTADA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P36	-1.04405	-80.463951					1						S/N
P37	-1.044496	-80.464073				1							S/N - GRAPA CONECTADA SIN ESTRIBO PARA CONEXIÓN A TRANSFORMADOR - ESTRIBO CONECTADO Y ROTO SIN CUMPLIR NINGUNA FUNCIÓN
P38	-1.045008	-80.464104				1							S/N
P39	-1.045276	-80.46403				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA
P40	-1.045668	-80.463815				1							S/N
P41	-1.045535	-80.463728				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P42	-1.045877	-80.464015					1						S/N
P43	-1.046177	-80.464243					1						S/N
P44	-1.047923	-80.462107				1							S/N
P45	-1.047754	-80.462364				1							S/N
P46	-1.047628	-80.462578									1		S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P47	-1.047413	-80.463042				1							S/N - EMPALME REALIZADO EN EL CONDUCTOR DE LA FASE DEL CENTRO

P48	-1.04723	-80.463324				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA - EMPALME REALIZADO EN EL CONDUCTOR DE LA FASE DEL CENTRO
P49	-1.047021	-80.463581				1							S/N - GRAPAS CON ESTRIBO CONECTADAS PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA
P50	-1.046593	-80.464136				1							S/N - 2 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS A SECCIONADORES PORTAFUSIBLES EN LA MISMA FASE
P51	-1.046342	-80.464448				1							UBICADO EN FRENTE A LA ESCUELA J.P - S/N
P52	-1.046309	-80.464468				1							UBICADO DIAGONAL A LA ESCUELA J.P - S/N - 2 GRAPAS SIN ESTRIBO Y UNA GRAPA CON ESTRIBO CONECTADAS PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA
P53	-1.045989	-80.464878										1	S/N - CONECTORES TIPO ESTRIBO CONECTADOS CON GRAPAS PARA DERIVACIÓN A TRANSFORMADOR
P54	-1.045761	-80.465172				1							S/N - ESTRIBO CONECTADO PERO SIN CUMPLIR FUNCIÓN ALGUNA
P55	-1.045428	-80.465609				1							S/N
P56	-1.045143	-80.465945				1	1						S/N - GRAPAS CON ESTRIBO CONECTADAS PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA
P57	-1.045015	-80.466095				1							S/N - CONECTORES TIPO ESTRIBO CONECTADOS CON GRAPAS PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA
P58	-1.044818	-80.466392				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P59	-1.044605	-80.466674				1							S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P60	-1.044279	-80.467084				1	1						S/N - CONECTOR TIPO ESTRIBO CONECTADOS CON GRAPAS PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA

P61	-1.044054	-80.467394				1							S/N
P62	-1.043885	-80.46758				1							S/N
P63	-1.043812	-80.467666				1							S/N - CONDUCTORES CON EMPALMES REALIZADOS EN LAS 3 FASES - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P64	-1.043496	-80.468056				1							S/N - 3 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA EN SALA DE VELACIONES - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA A LA FASE DEL CENTRO PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P65	-1.043218	-80.468413				1							S/N - 2 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS A SECCIONADORES PORTAFUSIBLES PARA DERIVACIÓN BIFÁSICA - ESTRIBO CONECTADO Y SIN CUMPLIR NINGUNA FUNCIÓN
P66	-1.042984	-80.468724				1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADO A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE PARA DERIVACIÓN A TRANSFORMADOR MONOFÁSICO
P67	-1.042745	-80.46908				1							S/N
P68	-1.042579	-80.469268					1					1	UBICADO EN LA ENTRADA A LA ATANACIO SANTOS Y REALES TAMARINDOS - GRAPAS EN CALIENTE CONECTADAS PARA REALIZAR PUENTES HACIA LA OTRA ESTRUCTURA. - CONDUCTORES EMPALMADOS Y A SU VEZ CANASTILLADOS SU EMPALME
P69	-1.042382	-80.469504				1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P70	-1.042197	-80.46976				1							S/N
P71	-1.042061	-80.469937				1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA

P72	-1.04191	-80.47012				1							S/N - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA PARA CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR - AMARRES DE AISLADORES CANASTILLADOS
P73	-1.041628	-80.470342				1							S/N
P74	-1.041499	-80.470397				1							S/N
P75	-1.041101	-80.470768					1		1				UBICACIÓN FRENTE A LA URB. DE LOS JUDICIALES (DERIVACIÓN) - EMPALMES EN LOS CONDUCTORES DE LAS 3 FASES EN AMBAS ESTRUCTURAS.

#### Resumen alimentador 22

CODIGO	ESTRUCTURAS	AISLADORES	CADENA DE AISLADORES	AISLADORES	CANTIDAD DE POSTE
3SP	3	9	0	0	76 POSTES
3SA	1	6	0	0	
3SR	11	0	33	66	
3SD	3	9	18	36	
3CD	7	21	42	84	
3VA	1	6	0	0	
3VD	2	6	12	24	
3VR	2	0	6	12	
3VP	1	3	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>60</b>	<b>111</b>	<b>222</b>	

Alimentador 23

HOJA DE ESTACAMIENTO			MUESTRA #1	ESTRUCTURAS EXISTENTES						OBSERVACIONES
#	LATITUD	LONGITUD	VANO ATRÁS (MTS)	3SA	3SP	3VP	3CP	3CD	3CR	
P0	-1.036028	-80.461865							1	
P1	-1.035943	-80.461789						1		S/N
P2	-1.035342	-80.461401						1		S/N
P3	-1.035273	-80.461223			1				1	S/N - GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS A LOS SECCIONADORES PORTAFUSIBLES EN LAS 3 FASES PARA DERIVACIÓN A LA URB. BALCONES DE ALTA VISTA
P4	-1.035135	-80.460741							3	S/N
P5	-1.035026	-80.460373							2	S/N - GRAPA SIN ESTRIBO Y SIN CUMPLIR NINGUNA FUNCIÓN - EMPALMES REALIZADOS PARA DERIVACIÓN HACIA URB. ALTA VISTA
P6	-1.033795	-80.460599						1	1	S/N
P7	-1.031686	-80.460915			1					S/N
P8	-1.030428	-80.461035						1		S/N
P9	-1.029261	-80.461041		1						S/N - EMPALMES REALIZADOS EN EL CONDUCTOR EN LA FASE DEL CENTRO
P10	-1.028949	-80.461100							2	S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA CON EL PUENTE CANASTILLADO PARA CONEXIÓN AL SECCIONADOR PORTAFUSIBLE

P11	-1.028971	-80.461563				1				S/N - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P12	-1.028972	-80.461969				1				S/N
P13	-1.029007	-80.462332				1			1	S/N - 2 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADORES PORTAFUSIBLES
P14	-1.029029	-80.462728				1				S/N - 3 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS A SECCIONADORES PORTAFUSIBLES PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P15	-1.029034	-80.463485				1				S/N
P16	-1.029051	-80.463898				1			2	S/N - ESTRIBOS CONECTADOS Y SIN FUNCIONAMIENTO ALGUNO JUNTO CON EMPALMES REALIZADOS EN LOS CONDUCTORES PARA REALIZAR PUENTES ENTRE LAS ESTRUCTURAS
P17	-1.029106	-80.46427				1				S/N
P18	-1.02911	-80.464728				1				S/N
P19	-1.028545	-80.464791				1			1	S/N - 3 GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS PARA REALIZAR PUENTE ENTRE LAS ESTRUCTURAS
P20	-1.02816	-80.46483				1				S/N
P21	-1.027483	-80.464834				1				S/N - GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P22	-1.026960	-80.464892							2	S/N - EMPALMES REALIZADOS PARA PUENTES CONECTADOS ENTRE ESTRUCTURAS

P23	-1.02660	-80.464909						1		S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA
P24	-1.026151	-80.464929		1						S/N
P25	-1.025856	-80.465196			1					S/N
P26	-1.025255	-80.465819		1						S/N
P27	-1.024818	-80.466142			1					S/N
P28	-1.024281	-80.466572		1						S/N
P29	-1.023885	-80.466933			1					S/N
P30	-1.023464	-80.467353		1					1	S/N - EMPALMES REALIZADOS PARA PUENTES CONECTADOS ENTRE ESTRUCTURAS
P31	-1.02303	-80.467825			1				1	ENTRADA PARA ALIMENTACIÓN DE SOLCA - GRAPAS SIN ESTRIBO, UNA DE ELLAS ESTÁ CONECTADA Y TIENE UN PUENTE CONECTOR CANASTILLADO Y OTRA GRAPA ESTÁ DESCONECTADA DEL ESTRIBO
P32	-1.02258	-80.46837			1					S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADO A LA FASE DEL CENTRO, LA CUAL SE CONECTA AL SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
P33	-1.022134	-80.468773			1					S/N
P34	-1.021736	-80.46914			1					S/N - EMPALME REALIZADOS EN LOS CONDUCTORES EN LAS 3 FASES
P35	-1.021356	-80.469508						1	1	S/N - PUENTES REALIZADOS Y EMPALMADOS SIN GRAPA Y ESTRIBO PARA CONEXIÓN DE SECCIONADORES PORTAFUSIBLES

P36	-1.020981	-80.469876						1	1	2 GRAPAS CONECTADAS SIN ESTRIBO PARA CONEXIÓN DE SECCIONADORES PORTAFUSIBLES, ADEMÁS SE ENCUENTRA CONECTADA UNA GRAPA SIN ESTRIBO Y SIN CUMPLIR FUNCIÓN ALGUNA. - EMPALMES REALIZADOS SIN CONEXIÓN A UNA GRAPA O ESTRIBO ENTRE ESTRUCTURAS.
P37	-1.020599	-80.470227			1					S/N - EMPALME REALIZADO EN EL CONDUCTOR DE LA FASE DEL CENTRO
P38	-1.020438	-80.470456			1					S/N
P39	-1.02012	-80.470007			1				1	S/N - EMPALMES REALIZADOS EN LOS CONDUCTORES DE LAS 3 FASES PARA CONEXIÓN ENTRE ESTRUCTURAS
P40	-1.019797	-80.469509							2	GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA AL SECCIONADOR PORTAFUSIBLE PARA DERIVACIÓN A UN TRANSFORMADOR. - EMPALMES REALIZADOS PARA CONEXIÓN ENTRE ESTRUCTURAS.
P41	-1.019468	-80.469047					1			S/N - AMARRES DE AISLADORES CANASTILLADOS
P42	-1.019692	-80.468914							1	S/N - GRAPAS EN CALIENTE CONECTADAS PARA HACER PUENTE CON LOS AISLADORES PIN 555
P43	-1.019482	-80.468591			1					S/N - AMARRES DE AISLADORES CANASTILLADOS - GRAPA Y ESTRIBO CONECTADOS SIN CUMPLIR ALGUNA FUNCIÓN
P44	-1.019235	-80.468228			1				1	S/N
P45	-1.018978	-80.467833			1					S/N - CONDUCTOR CANASTILLADO DE LA FASE DE LA IZQUIERDA Y EMPALMES EN EL CONDUCTOR DE LA MISMA FASE. - AMARRES DE AISLADORES CANASTILLADOS.

P46	-1.018781	-80.467545			1					S/N - GRAPA EN CALIENTE CONECTADA HACIENDO UNA ESPECIE DE ESTRIBO PARA CONEXIÓN DE GRAPA E IR CONECTADA AL SECCIONADOR PORTAFUSIBLE - EMPALMES DE AISLADORES CANASTILLADOS
P47	-1.018502	-80.467103			1					S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE QUE DERIVA A TRANSFORMADOR
P48	-1.018274	-80.466789			1					S/N
P49	-1.018037	-80.466427			1					S/N
P50	-1.017789	-80.466065							1	S/N - FIN DEL RECORRIDO TRONCAL

### Resumen alimentador 23

CODIGO	ESTRUCTURAS	AISLADORES	CADENA DE AISLADORES	AISLADORES	CANTIDAD DE POSTE
3SP	21	63	0	0	51 POSTES
3SA	5	30	0	0	
3VP	9	27	0	0	
3CP	1	3	0	0	
3CR	25	0	75	150	
3CD	8	24	48	96	
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>147</b>	<b>123</b>	<b>246</b>	

En la figura 5 se muestra el mapa con la ubicación de los postes que fueron estudiados.

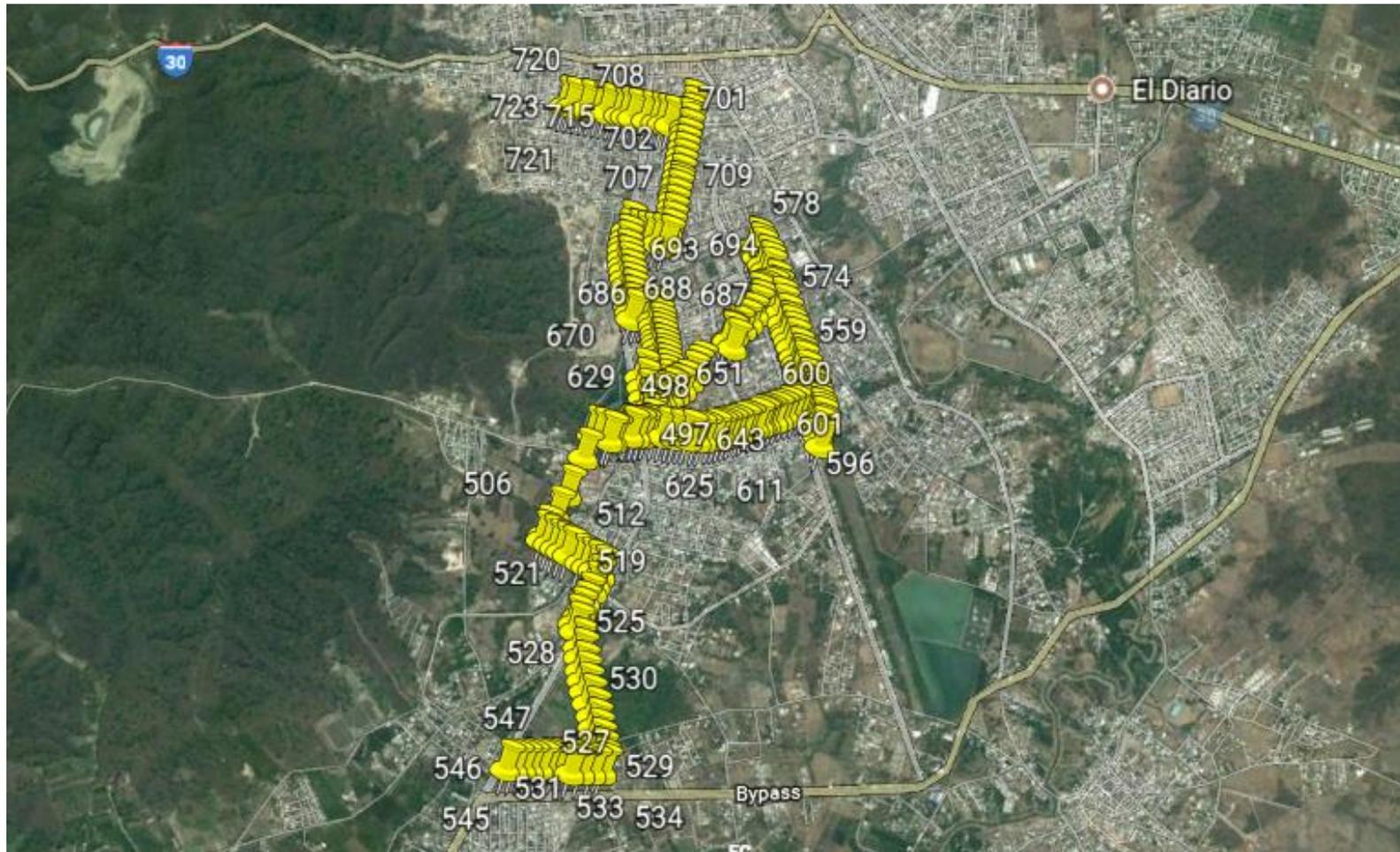


Figura 5. Ubicación de los postes que fueron estudiados

Fuente: Elaborado por los autores del trabajo de titulación

### 3.7.2. Resultados del estudio técnico en los alimentadores

A continuación, se exponen los resultados del estudio técnico y detección de fallas por el método tradicional.

PUNTO DE INSPECCION	2
Latitud: -1,036196	Longitud: -80,46225
Tipo: (3SP)	
Recorrido: Alimentador 21	



**NOVEDADES: S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE**

PUNTO DE INSPECCION	3
Latitud: -1,03639	Longitud: -80,4626
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:S/N**

PUNTO DE INSPECCION	8
Latitud: -1,0377	Longitud: -80,4619
Tipo: (3SP-3SR)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N - GRAPA SIN ESTRIBO PARA PUENTE**

PUNTO DE INSPECCION	9
Latitud: -1,038108	Longitud: -80,461578
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: GRAPA CON ESTRIBO PUENTE CANASTILLADO**

PUNTO DE INSPECCION	13
Latitud: -1,038	Longitud: -80,4622
Tipo: (3CP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

PUNTO DE INSPECCION	14
Latitud: -1,0383	Longitud: -80,4624
Tipo: (3CP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

PUNTO DE INSPECCION	53
Latitud: -1,04462	Longitud: -80,4562
Tipo: (3SP-3SR)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: PUENTES AÉREOS EXISTENTES ENTRE LAS FASES PARA DERIVACIÓN**

PUNTO DE INSPECCION	44
Latitud: -1,04205	Longitud: -80,458
Tipo: (3CP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

PUNTO DE INSPECCION	54
Latitud: -1,04502	Longitud: -80,456
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

PUNTO DE INSPECCION	15
Latitud: -1,03851	Longitud: -80,4625
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 21	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

PUNTO DE INSPECCION	2
Latitud: -1,03624	Longitud: -80,4623
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



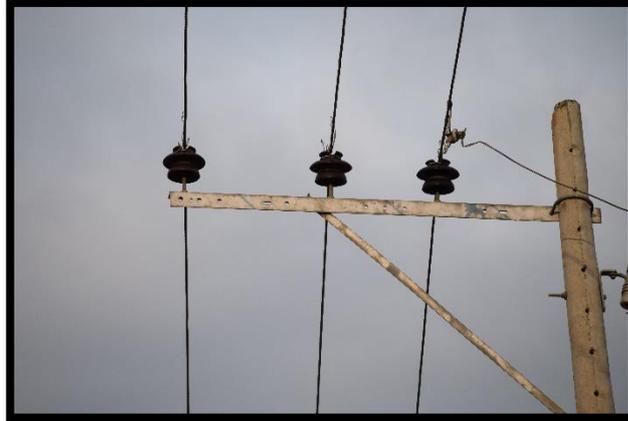
**NOVEDADES: S/N**

PUNTO DE INSPECCION	3
Latitud: -1,0364	Longitud: -80,4625
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

PUNTO DE INSPECCION	8
Latitud: -1,03725	Longitud: -80,4642
Tipo: (3VP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

- GRAPA CON ESTRIBO CONECTADA AL SECCIONADOR PORTAFUSIBLE QUE DERIVA A UN TRANSFORMADOR

PUNTO DE INSPECCION	19
Latitud: -1,03964	Longitud: -80,467
Tipo: (3VP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

- GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE
- GRAPA Y ESTRIBO CONECTADOS PERO SIN CUMPLIR ALGUNA FUNCIÓN

PUNTO DE INSPECCION	27
Latitud: -1,0417	Longitud: -80,4686
Tipo: (3VP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** 2 GRAPAS CON ESTRIBO CONECTADAS A SECCIONADORES PORTAFUSIBLES  
 - CONDUCTOR CON 2 EMPALMES EN LA FASE DEL LADO DE LA CALLE

PUNTO DE INSPECCION	31
Latitud: -1,04289	Longitud: -80,4641
Tipo: (3VP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N

PUNTO DE INSPECCION	33
Latitud: -1,04307	Longitud: -80,4636
Tipo: (3VP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

- GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA CONEXIÓN A TRANSFORMADOR - ESTRIBO CONECTADO PERO SIN USO

PUNTO DE INSPECCION	56
Latitud: -1,04514	Longitud: -80,4659
Tipo: (3VP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

- GRAPAS CON ESTRIBO CONECTADAS PARA DERIVACIÓN TRIFÁSICA

PUNTO DE INSPECCION	41
Latitud: -1,04554	Longitud: -80,4637
Tipo: (3VP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

- GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA

PUNTO DE INSPECCION	71
Latitud: -1,04206	Longitud: -80,4699
Tipo: (3VP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 22	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

- GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA PARA DERIVACIÓN MONOFÁSICA

PUNTO DE INSPECCION	3
Latitud: -1,03527	Longitud: -80,4612
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N - GRAPAS SIN ESTRIBO CONECTADAS A LOS SECCIONADORES PORTAFUSIBLES EN LAS 3 FASES PARA DERIVACIÓN A LA URB. BALCONES DE ALTA VISTA

PUNTO DE INSPECCION	7
Latitud: -1,03169	Longitud: -80,4609
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N

PUNTO DE INSPECCION	16
Latitud: -1,02905	Longitud: -80,4639
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N - ESTRIBOS CONECTADOS Y SIN FUNCIONAMIENTO ALGUNO JUNTO CON EMPALMES REALIZADOS EN LOS CONDUCTORES PARA REALIZAR PUENTES ENTRE LAS ESTRUCTURAS

PUNTO DE INSPECCION	17
Latitud: -1,02911	Longitud: -80,4643
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N

PUNTO DE INSPECCION	25
Latitud: -1,02586	Longitud: -80,4612
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N**

PUNTO DE INSPECCION	37
Latitud: -1,0206	Longitud: -80,4702
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES: S/N - EMPALME REALIZADO EN EL CONDUCTOR DE LA FASE DEL CENTRO**

PUNTO DE INSPECCION	43
Latitud: -1,01948	Longitud: -80,4686
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N - AMARRES DE AISLADORES CANASTILLADOS - GRAPA Y ESTRIBO CONECTADOS SIN CUMPLIR ALGUNA FUNCIÓN

PUNTO DE INSPECCION	45
Latitud: -1,01898	Longitud: -80,4678
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N - CONDUCTOR CANASTILLADO DE LA FASE DE LA IZQUIERDA Y EMPALMES EN EL CONDUCTOR DE LA MISMA FASE. - AMARRES DE AISLADORES CANASTILLADOS.

PUNTO DE INSPECCION	47
Latitud: -1,0185	Longitud: -80,4671
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N - GRAPA SIN ESTRIBO CONECTADA A SECCIONADOR PORTAFUSIBLE QUE DERIVA A TRANSFORMADOR

PUNTO DE INSPECCION	43
Latitud: -1,01948	Longitud: -80,4686
Tipo: (3SP)	Referencia:
Recorrido: Alimentador 23	SE Portoviejo 2



**NOVEDADES:** S/N - AMARRES DE AISLADORES CANASTILLADOS - GRAPA Y ESTRIBO CONECTADOS SIN CUMPLIR ALGUNA FUNCIÓN

### 3.8. Análisis estadístico de los datos recopilados

En la tabla 8 se exponen los valores para la ponderación en los cálculos

<b>Tabla 8. Valores de ponderación</b>			
<b>Variables</b>	<b>P.P.C (%)</b>	<b>Riesgo Eléctrico (%)</b>	<b>Ponderación (%)</b>
G.D.C.D.L	50	100	75
G.D.C.C.E	50	50	50
G.R	50	10	30
C.C	50	30	40
E.E.L	50	30	40
A.C.A	50	40	45
C.Q	50	100	75
A.C	50	30	40
M.L	50	10	30

Fuente: Elaboración por los autores del trabajo de titulación, en base a Tesis de grado titulada "Levantamiento y detección de puntos calientes para la predicción de averías en la zona de estudio I de la CNEL – EP, Unidad de Negocios Manabí. De los autores: Balderramo Vélez Ney Raúl y Pico Mera Gabriel Enrique, dirigida por el Ingeniero Ítalo Navarrete García Mg.

En la tabla 9 se expone la justificación de los valores de ponderación.

**Tabla 9. Justificación de valores**

<b>JUSTIFICACION DE (P.C)</b>	<b>PUNTO CALIENTE (P.C)</b>	<b><u>JUDTIFICACION DE RIESGOS</u></b>	<b><u>RIESGO ELECTRICO</u></b>
El cincuenta por ciento es un valor que adquiere toda conexión, amarre, conductores canastillados, conductores quemados...etc. Dejando en claro que de 0-50 por ciento se consideran puntos calientes inactivos con constante mantenimiento preventivo.	50%	En las G.D.C.C.D.L, existe gran fricción entre la grapa y el conductor, ya que en muchas ocasiones no se ajusta correctamente el perno de la grapa y a pesar de todo el viento, y la vibración pueden aflojar el perno de la grapa, provocando esto desgastes de cada hilo hasta el llegar al corte del cable, teniendo en cuenta que cuando existen conexiones entre dos materiales conductores existirá la presencia de elevaciones de temperatura por la diferencia de resistencia de los conductores , por lo tanto el riesgo de tener una grapa en caliente conectada directamente en la línea proporciona un riesgo eléctrico enorme, es por estas razones que adquiere el máximo riesgo del 100%	100%
	50%	Las G.D.C.C.E, no por estar conectadas a un estribo pierde posibilidad de existencia de fallo ya que su elaboración es de materiales conductores, como lo son el	50%

		<p>cobre y el aluminio.  Teniendo en cuenta que la resistencia de cada uno de estos materiales es diferente, lo cual puede provocar elevaciones de temperatura en las grapas y por lo consiguiente cortes en uno de los extremos de los estribos, ya sea por fricción o por exceso de temperatura, es por este motivo que el riesgo eléctrico es del 50%</p>	
	50%	<p>La G.R, están conformadas por un cuerpo metálico, de alta resistencia mecánica (aleaciones de aluminio) y a la corrosión (industrial y marina), por este motivo el riesgo eléctrico es muy bajos del 10%</p>	10%
	50%	<p>En los C.C, se presentan acumulaciones de contaminantes (industriales y marinos), provocando elevaciones de resistencia y calor, teniendo en cuenta que si existe un contaminante se necesita de agua para que comience su activación, sin dejar a un lado que el esfuerzo que se le aplica al cable es el que provoca el canastillado y en muchas ocasiones los hilos del cable quedan partidos hasta el punto de romperse, esto nos da un riesgo del 30%</p>	30%
	50%	<p>Los E.E.L, no son recomendados ya que presentan elevaciones de resistencia en el punto donde se hace el empalme eléctrico y en la mayoría de las</p>	30%

		ocasiones los amarres son inadecuados, esto hace que se acumulen contaminantes en el empalme. Por lo general si hay un aumento de resistencia aumenta la temperatura en el empalme eléctrico, provocando desgastes en los hilos del cable por la fricción y ajuste que se le proporciona a cada hilo cuando se hacen los ajustes, por estos motivos el riesgo eléctrico es del 30%	
	50%	En los A.C.A, existen riesgo eléctricos por la fricción entre el conductor y el aislador, cuando el amarre es flojo o inadecuado, provocando desgaste en el material cerámico del aislador, lo que produce fugas de corriente ya que la contaminación (industrial o marina) se acumula y ayuda a formar caminos conductores de corriente por encima del aislador, por estos motivos el riesgo eléctrico es del 40%	40%
	50%	Un C.Q pierde sus propiedades de conductibilidad y aumenta su resistencia, sin dejar a un lado que el conductor pierde sus propiedades resistivas al esfuerzo mecánico. Todos estos factores provocan un riesgo eléctrico muy elevado del 100%	100%
	50%	Los A.C, están propensos a fugas de corriente siempre y cuando existan dos factores para que se presente los cuales son; el agua y el material contaminante, estos	30%

		dos factores pueden provocar fugas de corriente y perforación de los aisladores, y teniendo en cuenta que en las costas de Manabí la presencia de agua es en invierno sin dejar a un lado las brisas marinas que son constante. Por estos motivos el riesgo eléctrico es del 30%	
	50%	Los M.L, acumula contaminantes que en presencia de lluvias se activan provocando elevación de temperatura y resistencia en el conductor, por este motivo el riesgo eléctrico es del 10%.	10%

Fuente: Elaboración por los autores del trabajo de titulación, en base a Tesis de grado titulada "Levantamiento y detección de puntos calientes para la predicción de averías en la zona de estudio I de la CNEL – EP, Unidad de Negocios Manabí. De los autores: Balderramo Vélez Ney Raúl y Pico Mera Gabriel Enrique, dirigida por el Ingeniero Ítalo Navarrete García Mg.

En la tabla 10 se muestra la selección de los escenarios

**Tabla 10. Selección de escenarios**

ECSNARIOS	
1	ALIMENTADOR #21
	P0-P96
2	ALIMENTADOR #22
	P0-P75
3	ALIMENTADOR #23
	P0-P50

Fuente: Elaboración propia por los autores del trabajo

En la tabla 11 se muestran las condiciones.

**Tabla 11. Tabla de condiciones**

Rangos	Observación Para El Mantenimiento	Observación De Posibilidad De P.C.
<b>0-0,49</b>	Mantenimiento Preventivo	P.C. Pasivo
<b>0,5-0,69</b>	Mantenimiento Predictivo	P.C. Activo
<b>0,7-0,79</b>	Mantenimiento Predictivo	Posibilidad de Fallo
<b>0,8-1</b>	Mantenimiento Correctivo	Posible Daño

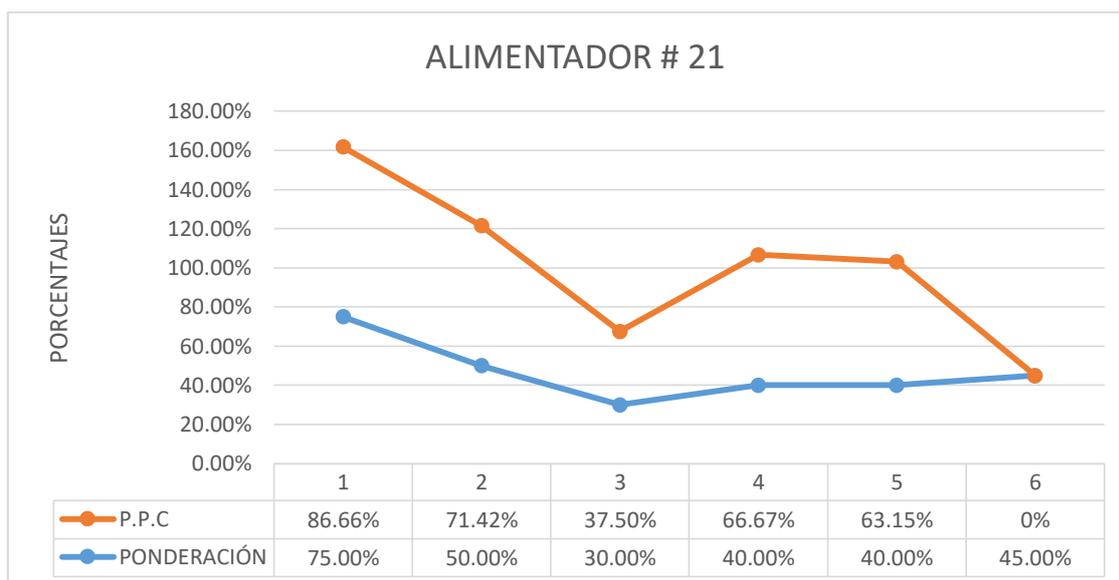
Fuente: Elaboración propia por los autores del trabajo

En la tabla 12 se muestran el escenario elaborado para el alimentador 21.

**Tabla 12. Escenario Alimentador 21**

Variables	Posibilidad de P.C	Observación Para El Mantenimiento	Señal Digital	Observación
G.D.C.D.L	86,66%	Mantenimiento Correctivo	1	Posible Daño
G.D.C.C.E	71,42%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
G.R	37,50%	Mantenimiento Preventivo	1	P.C. Pasivo
C.C	66,67%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
E.E.L	63,15%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
A.C.A	0%	Mantenimiento Preventivo	1	P.C. Pasivo

Fuente: Elaboración propia por los autores del trabajo



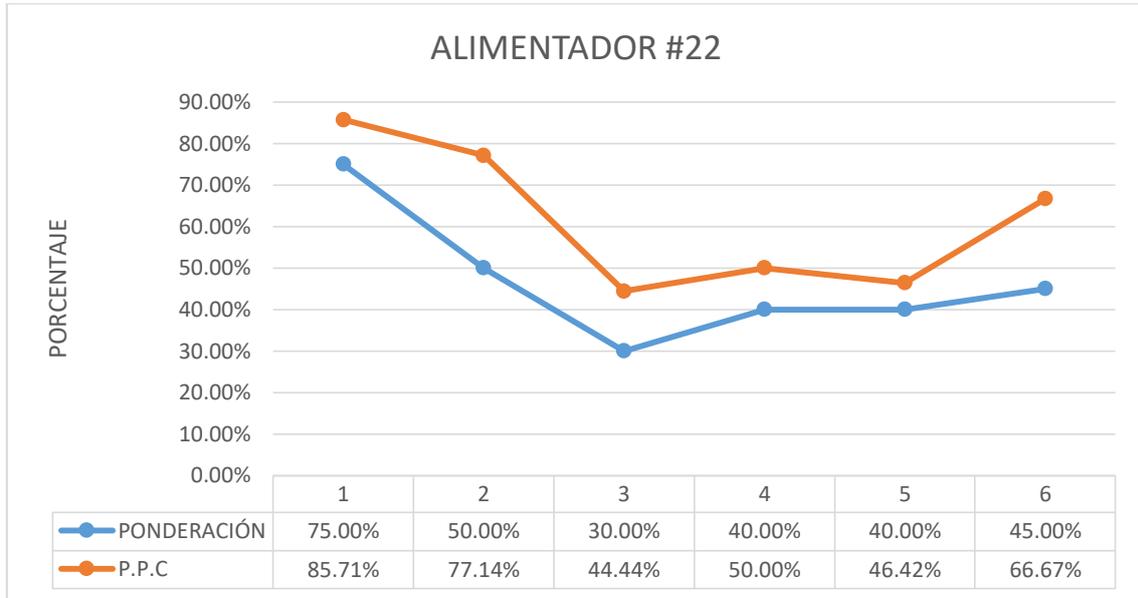
En la tabla 13 se muestran el escenario elaborado para el alimentador 22.

**Tabla 13. Escenario Alimentador 22**

Variables	Posibilidad de P.C	Observación Para El Mantenimiento	Señal Digital	Observación
G.D.C.D.L	85,71%	Mantenimiento Correctivo	1	Posible Daño
G.D.C.C.E	77,14%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
G.R	44,44%	Mantenimiento Preventivo	1	P.C. Pasivo
C.C	50,00%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo

E.E.L	46,42%	Mantenimiento Preventivo	1	P.C. Pasivo
A.C.A	66,67%	Mantenimiento Preventivo	1	P.C. Activo

Fuente: Elaboración propia por los autores del trabajo

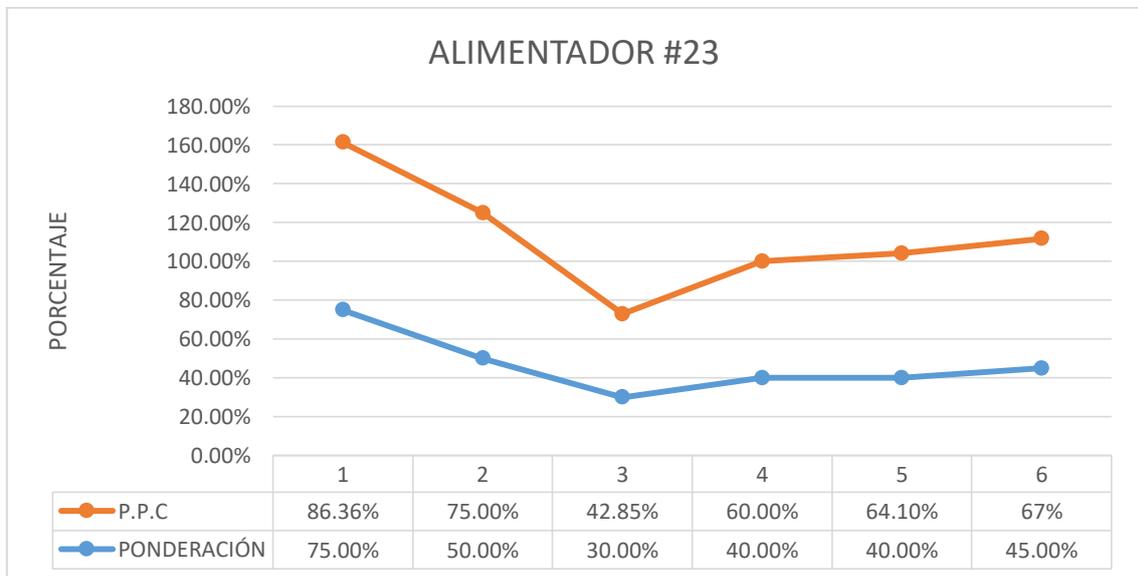


En la tabla 14 se muestran el escenario elaborado para el alimentador 23.

**Tabla 14. Escenario Alimentador 23**

Variables	Posibilidad de P.C	Observación Para El Mantenimiento	Señal Digital	Observación
G.D.C.D.L	86,36%	Mantenimiento Correctivo	1	Posible Daño
G.D.C.C.E	75,00%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
G.R	42,85%	Mantenimiento Preventivo	1	P.C. Pasivo
C.C	60,00%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
E.E.L	64,10%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
A.C.A	66,67%	Mantenimiento Preventivo	1	P.C. Activo

Fuente: Elaboración propia por los autores del trabajo



En la tabla 15 se muestran el análisis valorativo de los resultados.

**Tabla 15. Análisis valorativo de los resultados**

Tabla de Mantenimiento			
Escenarios	Preventivo	Predictivo	Correctivo
Alimentador #21	33,33%	50%	16,66%
Alimentador #22	50%	33,33%	16,66%
Alimentador #23	33,33%	50%	16,66%
%	38,89%	44,44%	16,66%

Fuente: Elaboración propia por los autores del trabajo



## Capítulo IV

### 4. Consideraciones finales

#### 4.1. Conclusiones

1. Las mayores exigencias de disponibilidad y calidad del suministro eléctrico demandan el uso de tecnologías y procedimientos de mantenimiento basados en la predicción y prevención de los posibles fallos de las instalaciones eléctricas, siendo la termografía una herramienta clave al permitir ver de forma directa, la evolución térmica de los diferentes componentes del sistema de distribución (líneas de distribución, subestaciones, centros de transformación, etc.). De esta forma se facilita la detección anticipada de posibles puntos de fallo de una manera sencilla, rápida y segura, lo que evidencia el extraordinario impacto del uso de la cámara termográfica para la detección anticipada de fallos en el sistema eléctrico.
2. Se logró realizar la inspección técnica para el descubrimiento de puntos calientes en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, logrando predecir anticipadamente las averías en función de garantizar el correcto funcionamiento del sistema.
3. Se realizó el levantamiento de información previa en las líneas eléctricas de los alimentadores 21,22, y 23 de la subestación Portoviejo 2, mediante la técnica tradicional de inspección visual y con el uso de la cámara fotográfica para predecir puntos calientes.
4. Se determinó la existencia de 8 puntos calientes en función del parámetro de temperatura establecido por CNEL EP Manabí, pudiendo conocer la magnitud de la temperatura y el cálculo de la energía disipada en estos, gracias a la utilización de la cámara termográfica.
5. Se logró realizar la identificación de posibles averías que se pudieran presentar en las estructuras técnicas de los alimentadores inspeccionados, con la respectiva elaboración de un análisis exhaustivo que contiene los resultados obtenidos y que permite predecir las futuras averías, con el objetivo de mantener la continuidad del suministro eléctrico a los usuarios.

6. La información obtenida fue tramitada directamente con el departamento de operaciones y mantenimiento de la CNEL EP Manabí para su respectivo mantenimiento.
7. La detección de los puntos calientes por el método tradicional es muy imprecisa y se basa en cálculos empíricos, no pudiendo determinar el nivel de temperatura que existe y por lo tanto resulta muy difícil definir la urgencia para la corrección del fallo.
8. La definición del mantenimiento de las líneas eléctricas considerando el riesgo de puntos calientes siguiendo los principios del método tradicional resulta imprecisa, pues se basa en la realización de cálculos a partir de determinadas experiencias y conocimientos empíricos, que permiten ponderar relativamente determinadas situaciones técnicas a partir de la observación, sin otro elemento de medición que indique la intensidad o gravedad del problema.
9. La inspección técnica mediante el método tradicional puede resultar útil, como elemento previo a la utilización de la cámara termográfica, que pueda aportar datos que indiquen situaciones de riesgos y de esta manera optimizar y viabilizar el trabajo de detección de puntos calientes con la cámara termográfica.

## 4.2. Recomendaciones

1. Durante los trabajos se pudo comprobar la utilidad de la cámara termográfica en función de anticipar las fallas técnicas derivadas de los puntos calientes, de la misma manera que se pudo comprobar que una sola cámara no resulta suficiente, para dar cumplimiento a un plan de inspecciones preventivas sistemáticas en el territorio de la provincia de Manabí.
2. Por la importancia que reviste la tecnología termográfica para la detección adelantada de fallos técnicos en el sistema, dígase en las líneas eléctricas, subestaciones y centros de generación, toda vez que dichos trabajos deben formar parte del pensum de habilidades que deben formarse en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, se recomienda a la dirección de la Facultad de Ciencias Matemática, Física y Química, la realización de un proyecto, que permita adquirir una cámara termográfica que pueda ser utilizada como base material de estudio.
3. Los estudios realizados en la detección de los puntos calientes en los alimentadores 21, 22 y 23 de la subestación Portoviejo 2, se realizaron entre las 11.00 y 15.00 horas, que supone el periodo donde no se experimenta la máxima demanda del sistema, por lo que se recomienda la realización de un estudio similar durante el horario pico de demanda, lo que permitirá comparar los resultados y profundizar en el estudio de la temática.
4. Se recomienda mantener estrechas relaciones de trabajo con CNEL EP Manabí, de manera que los resultados investigativos de los proyectos desarrollados, puedan ser aprovechados por dicha institución.
5. El método tradicional de inspección técnica sigue constituyendo un trabajo de importancia en la detección adelantada de fallos en el sistema de líneas eléctricas, resultando un elemento importante para la detección de riesgos asociados a los puntos calientes, por lo que es recomendable sugerir que se pueda combinar como un paso previo a la realización de las termografías, lo que puede agilizar y viabilizar la detección y evaluación de los puntos calientes y prever su eliminación mediante el correspondiente mantenimiento correctivo.

## 6. Presupuesto

Tabla: Análisis del presupuesto

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>Recursos Humanos</b>	2	450.00	900.00
<b>Recursos Materiales</b>	1	4.50	4.50
Papel	500	0.10	50.00
Impresión	6	5.00	30.00
Otros materiales			
<b>Transporte</b>	8	2.50	20.00
<b>Sub total</b>			<b>1004.50</b>
<b>12% IVA</b>			<b>120.54</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1125.04</b>

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

## 7. Cronograma valorado

ACTIVIDADES	TIEMPO EN MESES												RECURSOS		COSTO						
	FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			HUMANOS	MATERIALES	
<b>Presentación y aprobación del anteproyecto</b>	■	■	■																Autores del trabajo de titulación	Copias Útiles de oficina	\$ 100,00
<b>Planificación con los directivos de la entidad e inicio del estudio de caso</b>				■	■	■													Autores del trabajo de titulación Autoridad de la entidad	Equipo de computación Útiles de oficina	70,00
<b>Recolección de la información</b>							■	■	■	■									Autores del trabajo de titulación	Equipo de computación Útiles de oficina	185,25
<b>Procesamiento y análisis de la información</b>										■	■	■							Autoras del trabajo de titulación	Equipo de computación Útiles de oficina	150,00
<b>Elaboración del informe</b>											■	■	■						Autores del trabajo de titulación	Útiles de oficina Equipo de computación	180,00
<b>Revisión del Tutor</b>														■	■	■			Autores del trabajo de titulación Tutor	Equipo de computación Útiles de oficina	125,00
<b>Correcciones del revisor</b>																	■	■	Autores del trabajo de titulación Lector	Equipo de computación Útiles de oficina	125,00
<b>Sustentación del trabajo de titulación ante el tribunal</b>																		■	Autores del trabajo de titulación Tutor, Lector Tribunal de defensa del trabajo de titulación	Útiles de oficina Equipo de computación	100,00
<b>TOTAL</b>																					<b>\$ 1 035.25</b>

## 8. Bibliografía

1. Mujal R. Ramón. (2011). Tecnología eléctrica. 2º Edición ampliada y revisada. [http://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=27854/2011/1/53020/tecnologa\\_elctrica-2596.pdf](http://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=27854/2011/1/53020/tecnologa_elctrica-2596.pdf)
2. Joseph Seymour y Terry Horsley. (2015). Los siete tipos de problemas en el suministro eléctrico. Informe interno. [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/90432/mod\\_resource/content/1/Siete\\_tipos\\_de\\_problemas\\_en\\_el\\_suministro\\_electrico.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/90432/mod_resource/content/1/Siete_tipos_de_problemas_en_el_suministro_electrico.pdf).
3. Chaparro Consuelo y colectivo de autores. (2010). La Eficiencia Energética en el Currículum Escolar de Educación Técnica Profesional. Departamento de Educación Ambiental y Participación Ciudadana. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente Chile.
4. SDD. (2015) Comisión Federal de electricidad. Coordinación de Distribución. Capítulo XVII: Detección y medición de puntos calientes.
5. Alaba, I. (2013). Guía de termografía para mantenimiento predictivo "flir". Consultado el 5 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.flir.es/home/>
6. Poyato Roberto. (2014). Departamento de soporte técnico de Fluke Ibérica.
7. FLUKE. Termografía en sistemas eléctricos en planta. Consultado el 5 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.fluke.com/fluke/eses/soluciones/camaras-termograficas/termografia-en-sistemas-electricos-en-planta>.
8. Franco T Sergio B. (2014). TESIS (Contaminación por salinidad en líneas de transmisión cercanas a la costa).
9. Crespo Quintero, I. E. (2010). Desarrollo de un modelo para la localización de fallas en UNAL, <http://www.bdigital.unal.edu.co/2028/1/71795342.20101.pdf>.
10. FLIR (2011). Grupo Álava Ingenieros. Guía informativa del uso de cámaras termográficas en aplicaciones industriales. <http://www.mra.pt/repositorio/6769/pdf/3505/2/guia-de-termografia-para-mantenimiento-predictivo.pdf>.
11. Grijalva D Iván. (2013). Sistemas autónomos de análisis y detección de puntos calientes en cuadros eléctricos. Proyecto de fin de carrera. Universidad de la Rioja. España.
12. Gallo Omar D y Colectivo de autores. (2016). Ensayo de determinación de puntos. Calientes en estatores trifásico
13. Jiménez Obed, Cantu Vicente y Conde Arturo. (2006). Líneas de Transmisión y Distribución de energía eléctrica. Departamento de iluminación y alta tensión. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza Nuevo León.
14. ENDESA. (2016). La red eléctrica. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educarecursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xv.-la-red-electrica](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educarecursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xv.-la-red-electrica).
15. Ramírez Samuel. (2004). Redes de Distribución de Energía. Universidad Nacional de Colombia. Tercera Edición. Manizales, I.S.B.N 958-9322-86-7.
16. Pascual Álvaro. (2016). Sistemas de transporte y distribución de las líneas eléctricas. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos101/sistemas-transporte-y-distribucion-lineas-electricas/sistemas-transporte-y-distribucion-lineas-electricas.shtml>.

17. Víctor. (2012). La red de distribución de energía eléctrica. ITES Carlos Cisneros. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://es.slideshare.net/victorpaguay/la-red-de-distribucion-de-energa-elctrica>.
18. UNESCO. (2006). El mantenimiento, compromiso de todos. Guía 3. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001586/158665s.pdf>.
19. UAL. (2012). Manual de prácticas. Universidad de Almería. <https://w3.ual.es/Depar/IngenRural/documentos/electrotecnia2.pdf>
20. Tama F. Alberto. (2016). Las pérdidas de energía eléctrica. Gerencia General de la Corporación Eléctrica del Ecuador.
21. Turmero Pablo. (2016). Sistema Eléctrico de Potencia. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos102/sistema-electrico-potencia/sistema-electrico-potencia.shtml>.
22. Martínez Alberto. (2009). Soterramiento de líneas eléctricas. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://desenchufados.net/soterramiento-de-lineas-electricas/>.
23. Prevención de riesgo eléctrico. (2015). [http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/seguridad/Prevencion\\_de\\_riego\\_electrico.pdf](http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/seguridad/Prevencion_de_riego_electrico.pdf)
24. Catedu. Resistencia eléctrica de un conductor. Consultado el 5 de diciembre de 2016. Disponible en: [http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//2750/2952/html/24\\_resistencia\\_elctrica\\_de\\_un\\_conductor.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//2750/2952/html/24_resistencia_elctrica_de_un_conductor.html)
25. Navarrete García, I. (junio de 2015). Detección de puntos calientes en líneas de transmisión usando redes neuronales artificiales y elementos de inteligencia artificial. Santiago, Cuba: universidad.
26. Dispac. (2015). Manual de mantenimiento para redes de alta, media y baja tensión. Empresa Distribuidora del Pacífico. Consultado el 6 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://dispac.com.co/wp-content/uploads/2015/05/ANEXO-18-B-MANUAL-DE-MANTENIMIENTO-PARA-REDES-DE-ALTA-MEDIA-Y-BAJA-TENSI%C3%93N.pdf>
27. Gilberto Henríquez Harper (2013). Manual del técnico en mantenimiento eléctrico.
28. Solís Mora, V. S. (2013). "Desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación oriente y alimentador totoras de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.". Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
29. Vásquez G. Paul M. (2014). Capítulo 2, pérdidas de energía eléctrica. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/423/1/Tesis.pdf>
30. UPM. (2014). Riesgo eléctrico bajo control. Universidad Politécnica de Madrid.
31. Escotto, L. (2010). Mantenimiento correctivo. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/mantenimiento-correctivo/mantenimiento-correctivo.shtml>.
32. Solís Mora, V. S. (2013). "Desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación Oriente y alimentador Totoras de la Empresa Eléctrica Ambato s.a.". Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
33. Saavedra, T. J. (2007). Revisión de la efectividad del plan anual de mantenimiento preventivo de la red de distribución de ENELCO A 13,8 KV. Obtenido de:

[http://tesis.ula.ve/pregrado/tde\\_arquivos/9/TDE-2012-07-10T01:13:40Z-1557/Publico/mardellijhosue.pdf](http://tesis.ula.ve/pregrado/tde_arquivos/9/TDE-2012-07-10T01:13:40Z-1557/Publico/mardellijhosue.pdf).

34. Pérez, C. D. (2015). Crecimiento de algas sobre aisladores de media tensión y su impacto sobre el desempeño eléctrico.
35. TERMOGRAFICA, C. S. (17 de julio de 2011). INTEREMPRESAS. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/8677-La-inspeccion-termografica-en-el-mantenimiento-predictivo-de-una-planta.html>.
36. Crespo-Quintero, I. E. (2010). Desarrollo de un modelo para la localización de fallas en UNAL, <http://www.bdigital.unal.edu.co/2028/1/71795342.20101.pdf>.
37. Garcés-Restrepo, J. C. (2012). Inspecciones Aéreas de Líneas de Transmisión con Alta Tecnología. Jornadas Técnicas ISA.
38. Ing-Navarrete-García, I. (junio de 2015). Detección de puntos calientes en líneas de transmisión usando redes neuronales artificiales y elementos de inteligencia artificial. Santiago, Cuba: universidad de Oriente.

## **Anexo 1. ENTREVISTA**

**Lugar:** subestación Portoviejo 2, alimentadores 21, 22 y 23

**Objeto de la encuesta:** Obtener información especializada relacionada con la calidad del servicio eléctrico y la influencia que en ello tienen los puntos calientes, definiendo la importancia de su detección anticipada.

Tema 1. Sobre las principales causas de los puntos calientes en la ciudad de Portoviejo.

Tema 2. Relacionado con la metodología que tradicionalmente se ha estado utilizando para la detección de los puntos calientes en la subestación Portoviejo 2.

Tema 3. Las consecuencias que se pueden derivar de los puntos calientes.

Tema 4. Experiencias recientes sobre la utilización de las tecnologías termográficas en la detección de los puntos calientes.

FECHA: 01/06/2017

ENTREVISTADO: Ing. Ibiss Arteaga

## Anexo 2. Datos técnicos de la cámara termográfica



### Anexo 3. Informes técnicos termográficos



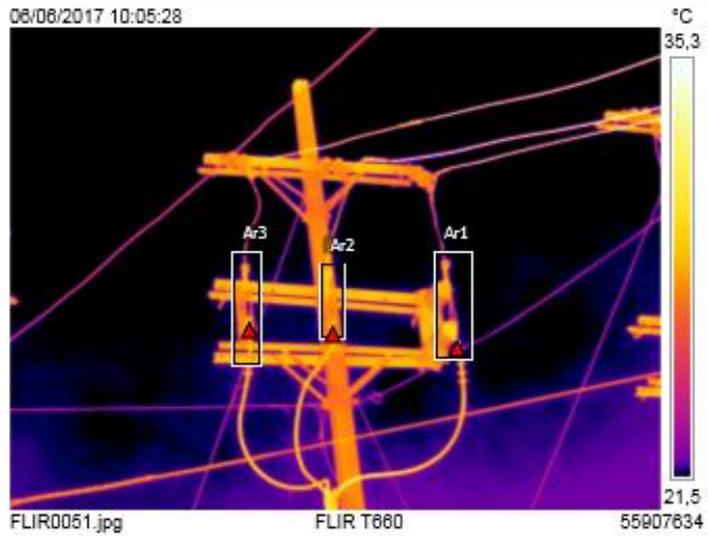
#### INFORME TERMOGRAFICO ALIMENTADOR 21 S/E PORTOVIEJO 2

Medidas		°C
Ar1	Max	33,6
Ar2	Max	30,1
Ar3	Max	30,6

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	S
Localización	S 1° 2' 9,51", W 80° 27' 42,81"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;ll=-1,0280,-30,4810">http://maps.google.com/?z=17&amp;ll=-1,0280,-30,4810</a>	

**Nota**  
 POSTE 11005962 UBICADO FRENTE A LA S/E NO PRESENTA NOVEDAD.



### Medidas °C

Ar1	Max	41,2
Ar2	Max	32,6
Ar3	Max	31,0
Diferencia		8,5
Ar1.Max - Ar2.Max		

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

Brújula NO

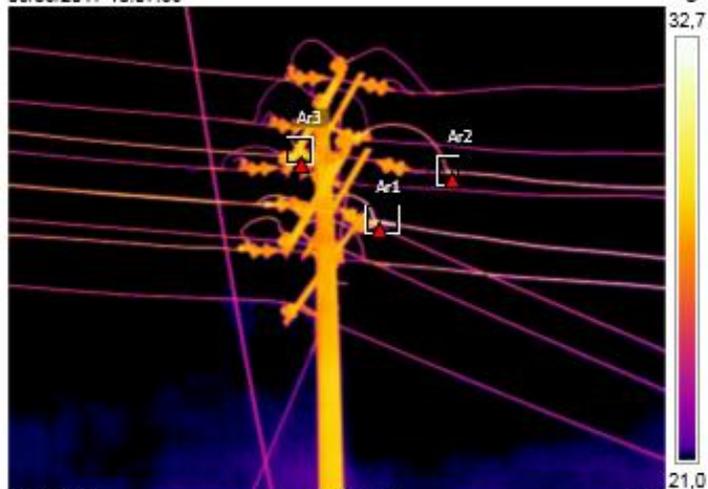
Localización  $5^{\circ} 1' 2'' 10,21''$ ,  $W 80^{\circ} 27' 42,15''$

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&q=-1,0262,-80,4620>

### Nota

POSTE 11005973 NO EXISTE MAYOR DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA INSPECCION VISUAL SE DETECTO QUE EL POSTE ESTA EN MAL ESTADO SE RECOMIENDA CAMBIARLO YA QUE SOPORTA UN GRAN ESFUERZO MECANICO YA QUE POR ESTE PASAN 3 ALIMENTADORES.

06/08/2017 10:07:39



FLIR0052.jpg

FLIR T860

55907634

06/08/2017 10:07:39



FLIR0052.jpg

FLIR T860

55907634

### Medidas °C

Ar1	Max	31,4
Ar2	Max	32,9
Ar3	Max	32,0
Ar4	Max	31,2
Ar5	Max	31,2
Diferencia		1,4
Ar2.Max - Ar1.Max		

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

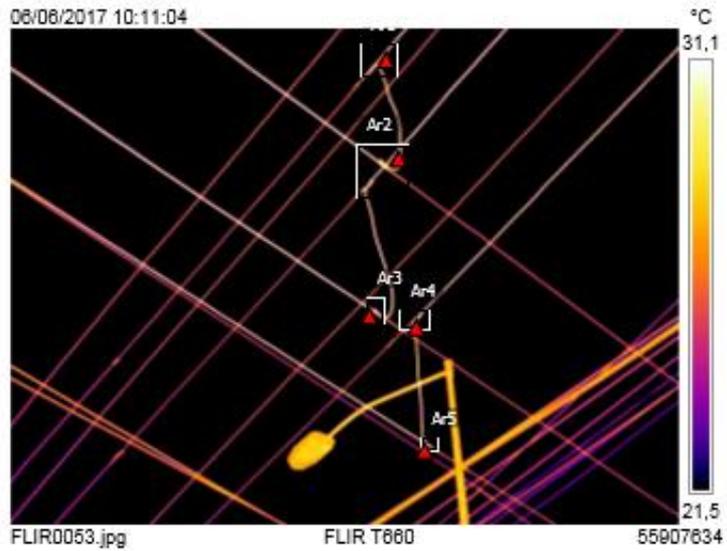
### Geolocalización

Brújula	0
Localización	S 11° 2' 11,89", W 80° 27' 48,02"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1.0386,-50.4828>

### Nota

CRUCE AÉREO EN LA AV. UNIVERSITARIA Y SUBIDA AL 12 DE MARZO SIN NOVEDAD.



Medidas		°C
Ar1	Max	29,0
Ar2	Max	28,0
Ar3	Max	29,0
Ar4	Max	27,6

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

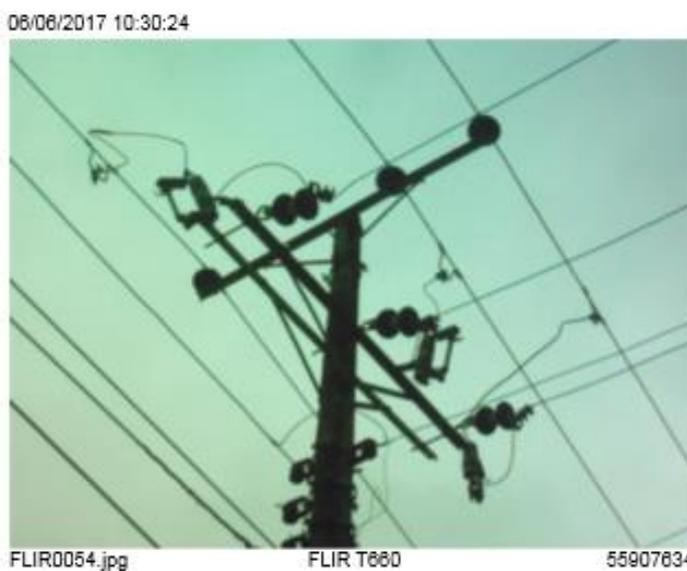
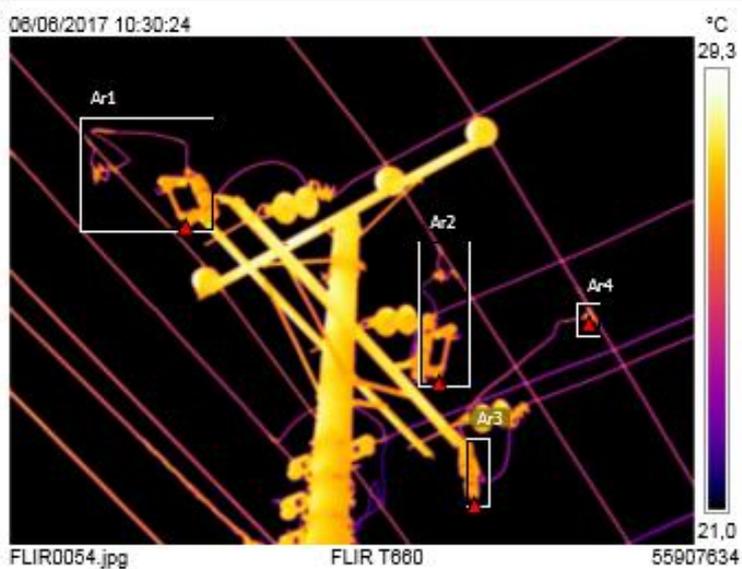
### Geolocalización

Brújula	O
Localización	S 11° 2' 18,77", W 80° 27' 40,18"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1,0385,-80,4812>

### Nota

POSTE 11018283 NO PRESENTA NOVEDAD DE PUNTO CALIENTE PEL POSTE ESTA EN MAL ESTADO.



### Medidas °C

Ar1	Max	32,3
Ar2	Max	30,7
Ar3	Max	29,7
Ar4	Max	29,3
Ar5	Max	29,7
Ar6	Max	30,4
Diferencia		1,6
Ar1.Max - Ar2.Max		

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

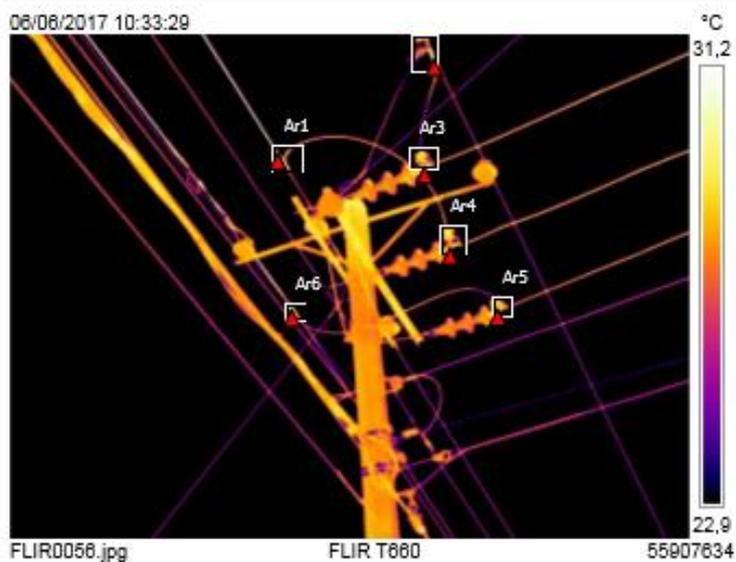
### Geolocalización

Brújula	SE
Localización	S 1° 2' 15.69", W 50° 27' 43.02"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1,02377,-50,4820>

### Nota

POSTE 11018243 NO EXISTE  
NOVEDAD.



Medidas		°C
Ar1	Max	28,1
Ar2	Max	28,4
Ar3	Max	28,2
Diferencia		0,3
Ar2.Max - Ar1.Max		

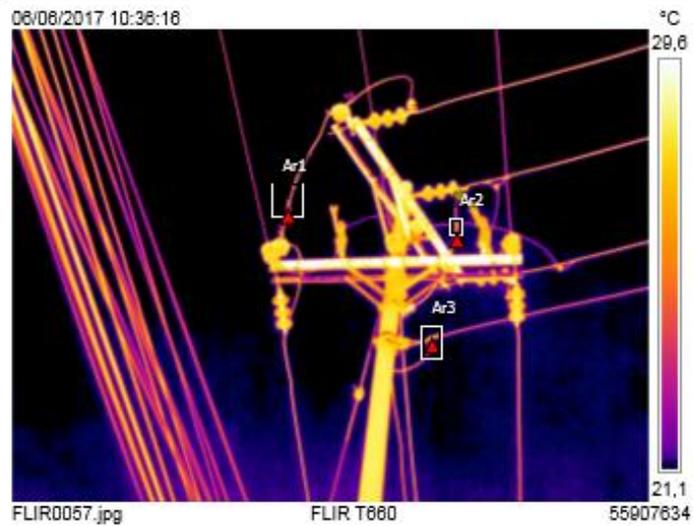
Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

#### Geolocalización

Brújula	NO
Localización	5 11' 2" 19,85", W 80° 27' 45,22"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=es&amp;ll=1,0385,-80,4826">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=es&amp;ll=1,0385,-80,4826</a>	

#### Nota

POSTE 11004843 NO EXISTE  
PUNTOS CALIENTES

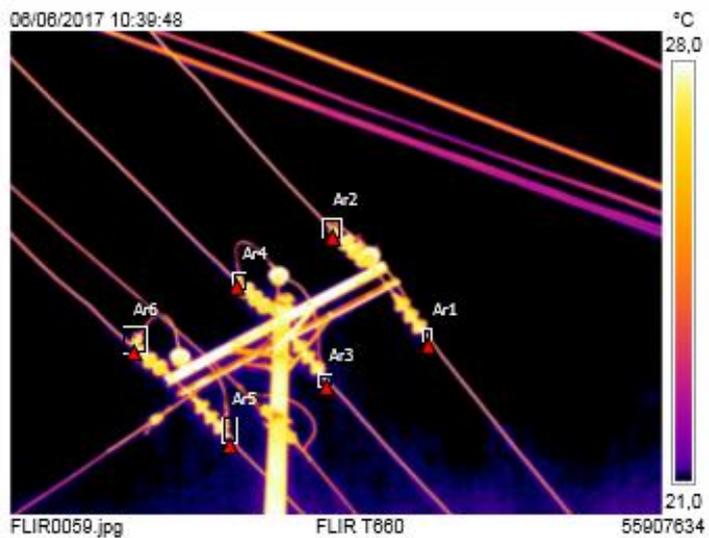


Medidas		°C
Ar1	Max	29,3
Ar2	Max	28,3
Ar3	Max	29,3
Ar4	Max	28,5
Ar5	Max	28,9
Ar6	Max	28,6
Diferencia		1,0
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0.95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	E
Localización	5 11' 2" 19.99", W 80° 27' 44.92"
	<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1.0339,-80.4629">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1.0339,-80.4629</a>

**Nota**  
 POSTE 11004839 ESTRUCTURA  
 NUEVA SIN NOVEDAD.



### Medidas °C

Ar1	Max	43,5
Ar2	Max	28,3
Ar3	Max	29,0
Diferencia		15,2
Ar1.Max - Ar2.Max		

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

Brújula	NE
---------	----

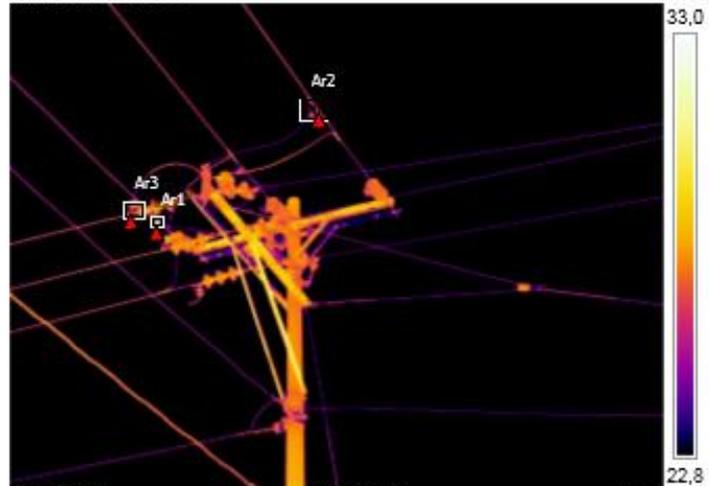
Localización	S 11° 2' 31,12", W 80° 27' 24,81"
--------------	-----------------------------------

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1,0420,-50,4597>

### Nota

POSTE 11006151 EXISTE UN EXESO NIVEL DE TEMPERATURA EN LA GRAPA ESTRIBO DE LA DERIVACIÓN EN LA FASE DEL LADO DE LA ACERA, SE RECOMIENDA CAMBIAR LA GRAPA.

06/06/2017 10:46:45



FLIR0062.jpg

FLIR T660

55907634

06/06/2017 10:46:45



FLIR0062.jpg

FLIR T660

55907634

Medidas		°C
Ar1	Max	49,7

### Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

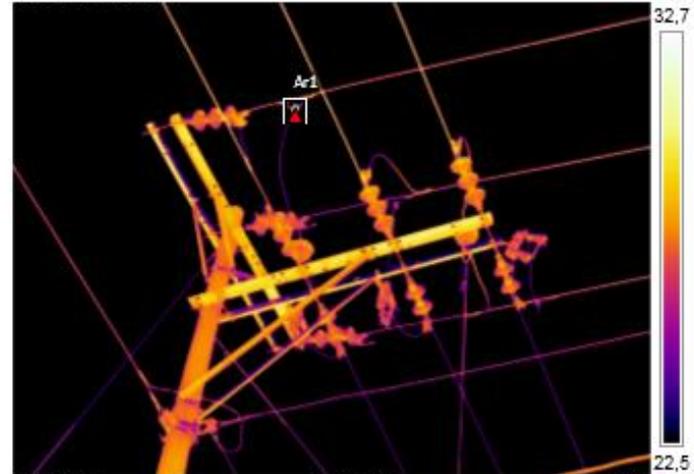
Brújula	SO
Localización	S 1° 2' 31,13", W 80° 27' 24,37"

<http://mapa.google.com/?z=17&hl=es&gl=es&ll=1.0420,-80.4595>

### Nota

POSTE 11006151 EXISTE UN EXESO NIVEL DE TEMPERATURA EN LA GRAPA ESTRIBO DE LA DERIVACION EN LA FASE DEL LADO DE LA ACERA, SE RECOMIENDA CAMBIAR LA GRAPA.

06/06/2017 10:48:47



FLIR0085.jpg

FLIR T660

55907634

06/06/2017 10:48:47



FLIR0085.jpg

FLIR T660

55907634

### Medidas °C

Ar1	Max	27,8
Ar2	Max	28,3
Ar3	Max	30,9
Diferencia		3,1
Ar3.Max - Ar1.Max		

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

Brújula NO

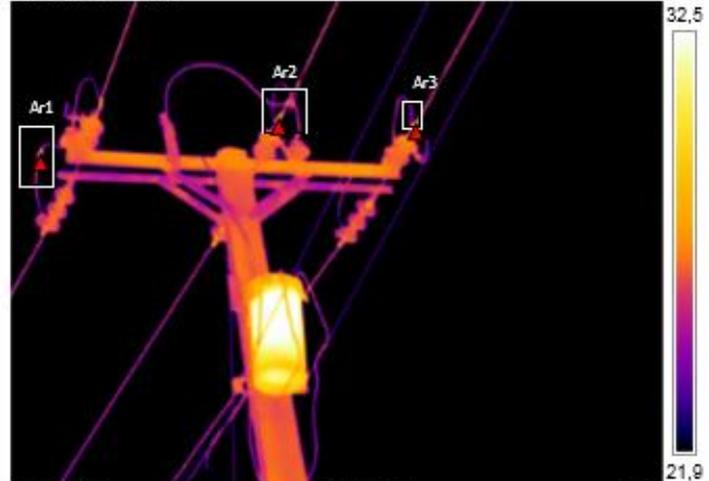
Localización S 11° 2' 27,87", W 80° 27' 23,78"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&q=-1,0432,-80,4328>

### Nota

POSTE 11018103 NO EXISTE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LAS UNIONES DE LOS PUENTES.

06/06/2017 10:59:15



FLIR0068.jpg

FLIR T660

55907634

06/06/2017 10:59:15



FLIR0068.jpg

FLIR T660

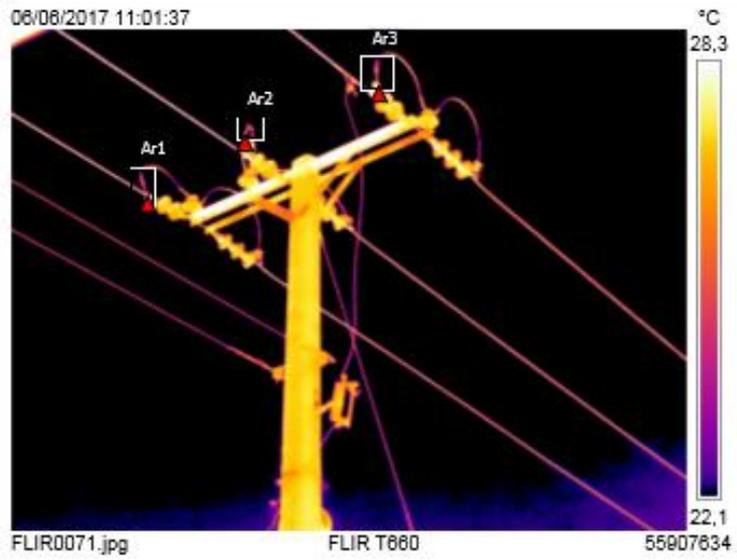
55907634

Medidas		°C
Ar1	Max	28,9
Ar2	Max	28,1
Ar3	Max	28,1

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	S
Localización	5 1° 2' 38,48", W 80° 27' 23,28"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0440,-30,4385">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0440,-30,4385</a>	

**Nota**  
 POSTE 11018125 UBICADO JUNTO AL  
 PUENTE PEATONAL FRENTE A LA  
 UTM NO PRESENTA NOVEDAD.



### Medidas °C

Ar1	Max	31,2
Ar2	Max	31,7
Ar3	Max	30,8
Ar4	Max	30,9
Ar5	Max	30,5
Ar6	Max	30,7
Diferencia		0,5
Ar2.Max - Ar1.Max		

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

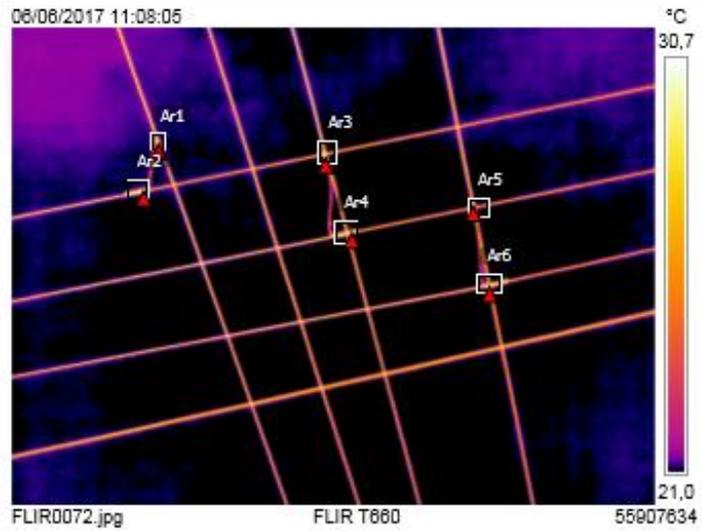
### Geolocalización

Brújula	O
Localización	S 1° 2' 48,35", W 80° 27' 28,02"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&q=-1.0482,-80.4578>

### Nota

CRUCE AEREO UBICADO EN CALLE NUEVA Y RICAURTE. NO PRESENTA NOVEDAD.



### Medidas °C

Ar1	Max	30,6
Ar2	Max	30,2
Ar3	Max	29,2
Ar4	Max	29,1
Ar5	Max	30,9
Ar6	Max	30,2
Diferencia		0,4
Ar1.Max - Ar2.Max		

### Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

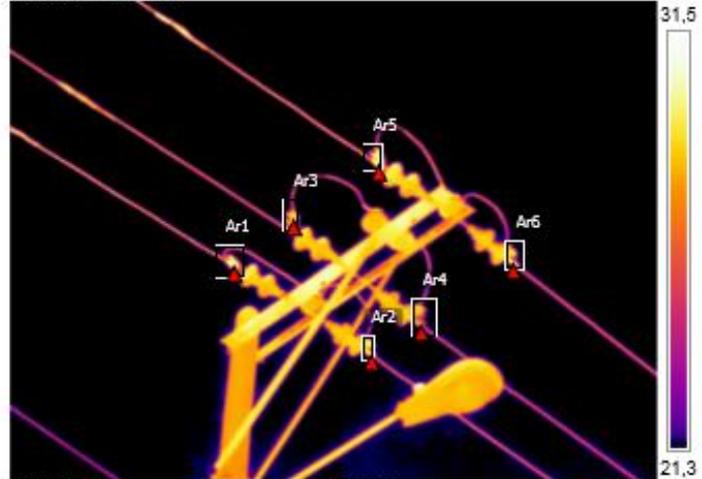
Brújula	SO
Localización	S 1° 2' 53,17", W 80° 27' 25,57"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1.0481,-80.4571>

### Nota

POSTE 11004515 NO PRESENTA NOVEDAD DE PUNTO CALIENTE.

06/06/2017 11:10:53



FLIR0074.jpg

FLIR T660

55907634

06/06/2017 11:10:53



FLIR0074.jpg

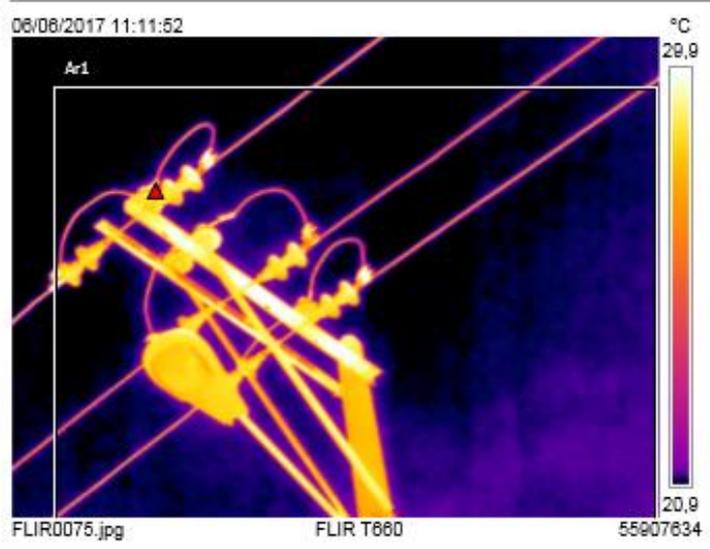
FLIR T660

55907634

Medidas		°C
Ar1	Max	31,1

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	NE
Localización	S 1° 2' 53,49", W 80° 27' 25,25"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0482,-50,4570">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0482,-50,4570</a>	



Medidas		°C
Ar1	Max	28,9
Ar2	Max	26,9
Ar3	Max	27,1
Diferencia		2,0
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	NO
Localización	5° 1' 2" 2,76", W 80° 27' 21,65"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=ES&amp;ll=1.0203,-80.4580">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=ES&amp;ll=1.0203,-80.4580</a>	

**Nota**  
POSTE 11004433 SIN NOVEDAD.



Medidas °C

Ar1	Max	28,3
Ar2	Max	28,0
Ar3	Max	27,9
Diferencia		0,3
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización

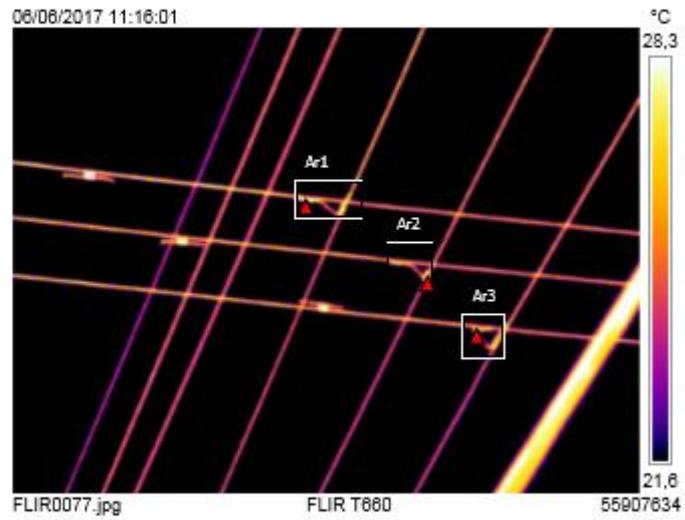
Brújula SO

Localización S 1° 2' 4,05", W 80° 21' 20,70"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1.0511,-80.4558>

Nota

CRUCE AEREO UBICADO ENTRE CALLE RICARTE Y AMERICA NO PRESENTA PUNTO CALIENTES



Medidas		°C
Ar2	Max	29,4
Ar1	Max	27,0
Ar3	Max	29,2
Ar4	Max	29,4
Ar5	Max	28,9
Ar6	Max	29,3
Diferencia		-2,4
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	NO
Localización	S 1° 3' 3,74", W 80° 27' 18,01"
	<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0510,-30,4350">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0510,-30,4350</a>

**Nota**  
 PUENTE AEREO UBICADO ENTRE LAS CALLES AMERICA Y OLMEDO NO PRESENTA PUNTO CALIENTE PERO SE RECOMIENDA CAMBIAR PUENTES YA QUE UNO DE ESTOS ESTA CANASTILLADO.

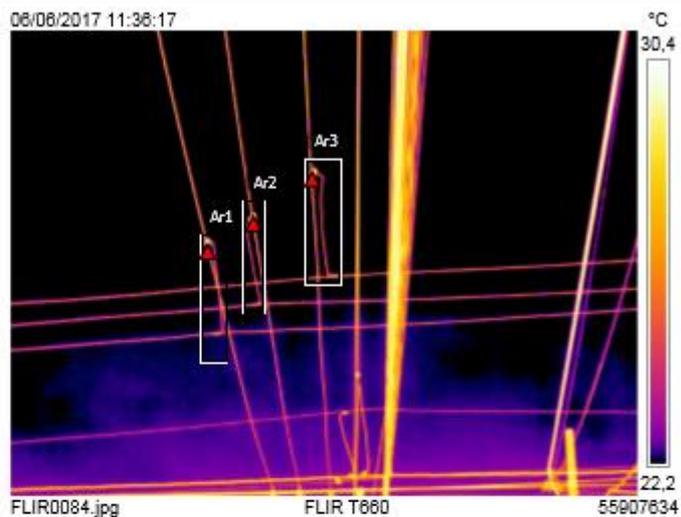


Medidas		°C
Ar1	Max	32,9
Ar2	Max	28,9
Ar3	Max	29,2
Diferencia		4,0
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	NE
Localización	S 11° 2' 0,95", W 80° 27' 12,21"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=es&amp;ll=1.0503,-80.4534">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=es&amp;ll=1.0503,-80.4534</a>	

**Nota**  
 PUENTE AÉREO EN LA CALLE AMERICA Y 1RA TRANSVERSAL SIN NOVEDAD.

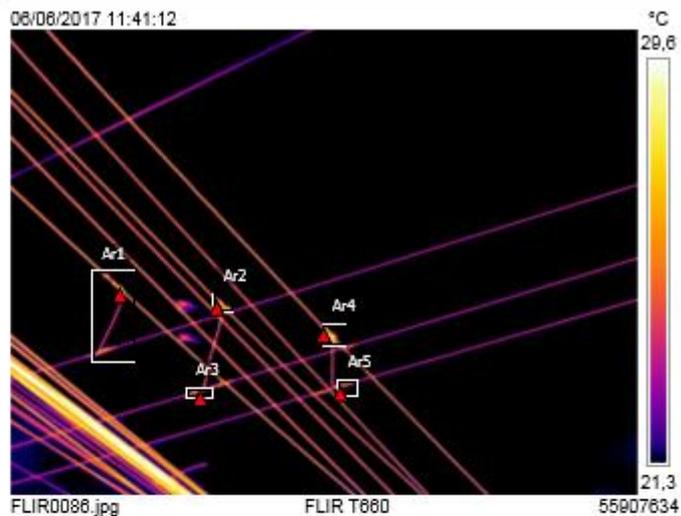


Medidas		°C
Ar1	Max	28,0
Ar2	Max	28,3
Ar3	Max	28,6
Ar4	Max	28,2
Ar5	Max	26,6
Diferencia		1,5
Ar4.Max - Ar5.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	N
Localización	5 11' 2 59,85", W 80' 27' 9,10"
	<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;q=-1.0200,-80.4525">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;q=-1.0200,-80.4525</a>

**Nota**  
 PUENTE AEREO UBICADO EN LA CALLE AMERICA Y 2DA TRANSVERSAL NO PRESENTA DIFERENCIAL DE TEMPERATURA PERO SE RECOMIENDA MACHINAR PUENTES.

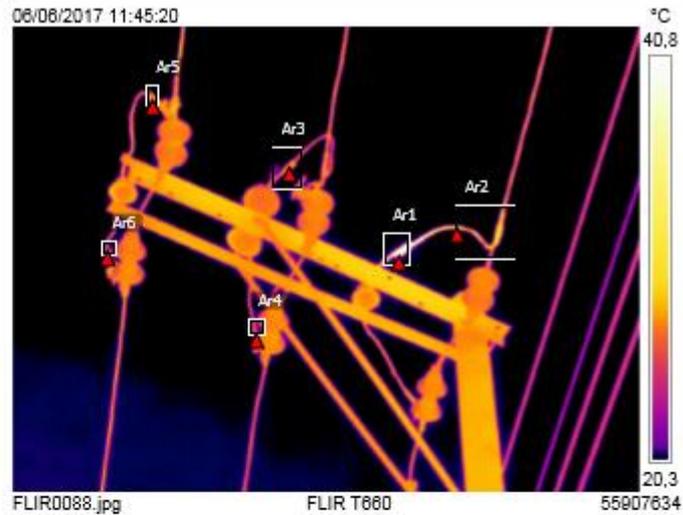


Medidas		°C
Ar1	Max	64,7
Ar2	Max	33,8
Ar3	Max	28,2
Ar4	Max	27,5
Ar5	Max	29,0
Ar6	Max	26,9
Diferencia		30,9
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	NE
Localización	5 11' 2 99,01", W 80' 27 7,80"
	<a href="http://maps.google.com/?q=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0497,-20,4521">http://maps.google.com/?q=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0497,-20,4521</a>

**Nota**  
 POSTE 11020330 UBICADO EN LA CALLE AMERICA PASANDO LA 2DA TRANSVERSAL EXISTE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN EL CONECTOR DEL PUENTE DEL LADO DE LA ACERA SE RECOMIENDA CAMBIAR EL PUENTE Y VOLVER A MACHINAR LO MAS PRONTO POSIBLE.



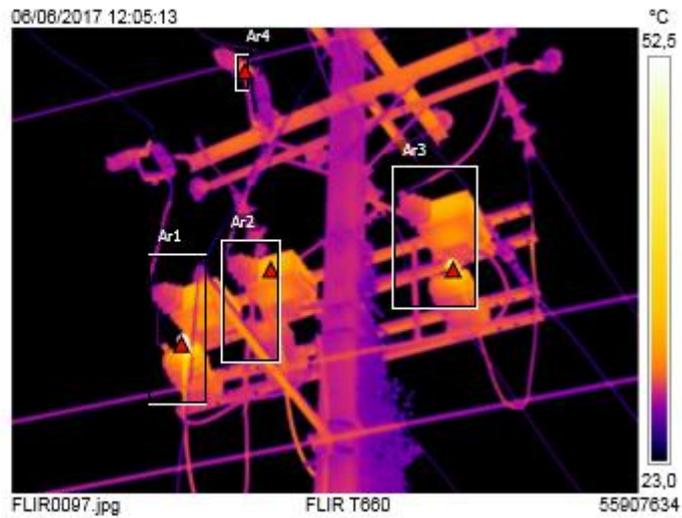
Medidas		°C
Ar1	Max	127,2
Ar2	Max	34,4
Ar3	Max	54,8
Ar4	Max	34,9

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	N
Localización	S 1° 2' 42,45", W 80° 27' 21,55"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;ll=1,0491,-80,4980">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;ll=1,0491,-80,4980</a>	

**Nota**

POSTE UBICADO FRENTE A LA UTM EN LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN DE LA MISMA EXISTE ALTO GRADO DE TEMPERATURA EN LA SALIDA DEL T<sub>0</sub> Y ADEMÁS HAY QUE REALIZAR DESBROCE AL RREDEDOR DE ESTE POSTE.



Medidas		°C
Ar1	Max	47,5
Ar2	Max	36,1
Ar3	Max	32,5
Ar4	Max	28,4
Ar5	Max	31,4
Ar6	Max	26,6
Diferencia		11,4
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

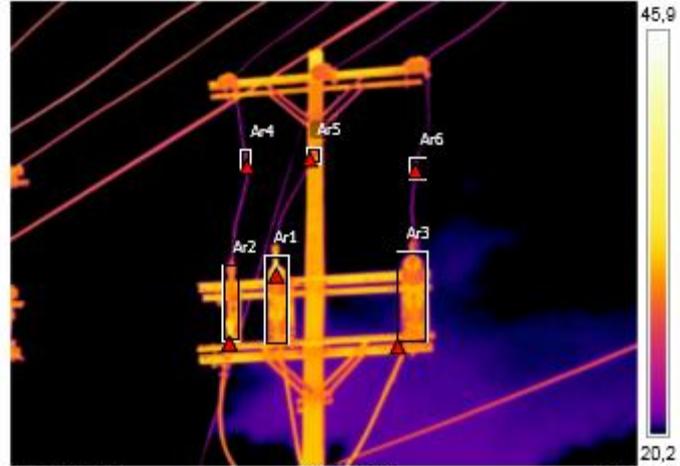
#### Geolocalización

Brújula	S
Localización	S 1° 2' 9,70", W 80° 27' 42,95"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0380,-80,4819">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0380,-80,4819</a>	

#### Nota

POSTE 11005961 UBICADO FRENTE A LA S/E PORTOVIEJO 2 EXISTE MINIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN EL CONECTOE DE DALIDA DEL SECCIONADOR DE LA FASE DE MEDIO, SE RECOMIENDA LIMPIAR Y REAJUSTAR.

06/06/2017 14:44:01

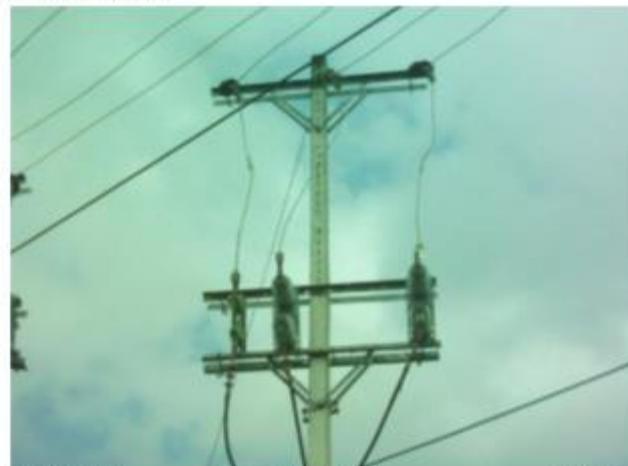


FLIR0100.jpg

FLIR T860

55907634

06/06/2017 14:44:01



FLIR0100.jpg

FLIR T860

55907634

Medidas °C

Ar1	Max	35,2
-----	-----	------

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización

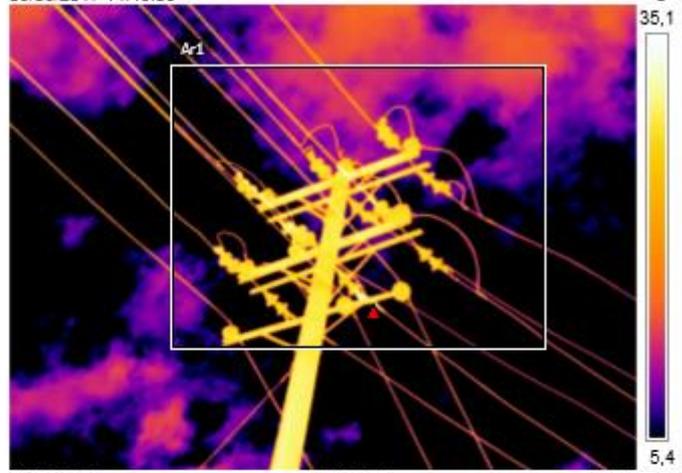
Brújula	NO
Localización	S 1° 2' 9,80", W 80° 27' 43,08"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1,0361,-30,4020>

Nota

POSTE 11005973 UBICADO  
DIAGONAL A LA S/E. SIN NOVEDAD.

06/06/2017 14:45:08



FLIRD101.jpg

FLIR T880

55907634

06/06/2017 14:45:08



FLIRD101.jpg

FLIR T880

55907634

Medidas °C

Ar1	Max	28,9
Ar2	Max	28,6
Ar3	Max	22,0
Ar4	Max	30,1
Ar5	Max	28,4
Ar6	Max	29,2
Diferencia		0,3
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización

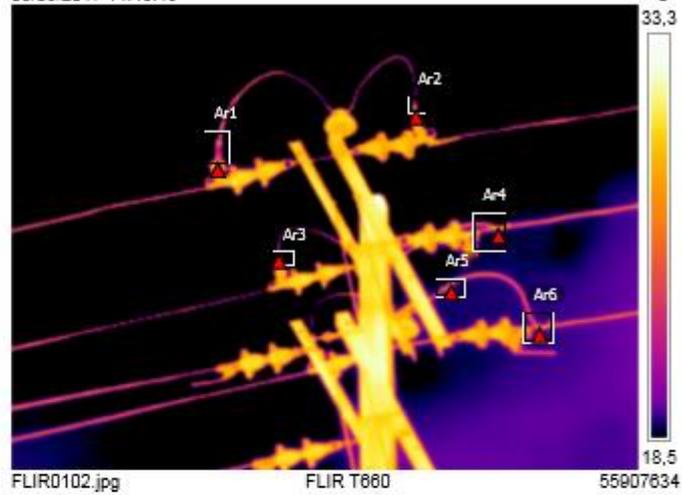
Brújula	S
Localización	S 11° 2' 12,43", W 80° 27' 47,81"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1.0385,-80.4632>

Nota

POSTE 11004635 NO EXISTE PUNTO CALIENTE EN ESTA ESTRUCTURA.

06/06/2017 14:48:45



06/06/2017 14:48:45

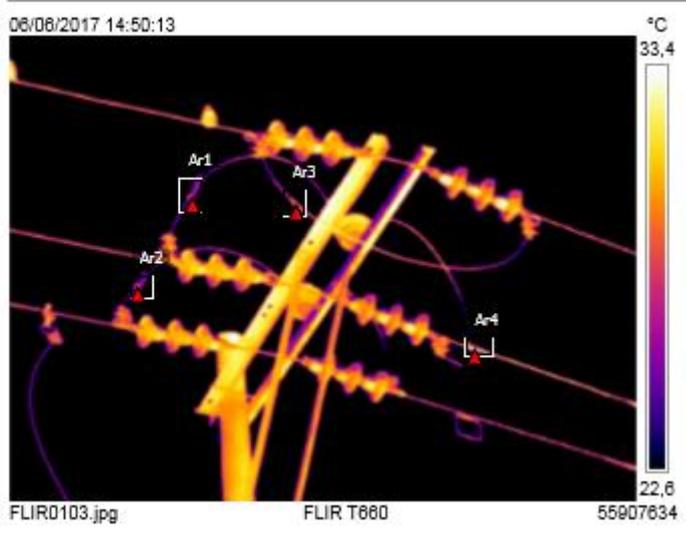


Medidas		°C
Ar2	Max	29,9
Ar1	Max	29,2
Ar3	Max	30,3
Ar4	Max	33,3
Diferencia		3,0
Ar4.Max - Ar3.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	SO
Localización	S 1° 2' 18,35", W 80° 27' 55,14"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;ll=1,0379,-80,4653">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;ll=1,0379,-80,4653</a>	

**Nota**  
 POSTE 11004814 ESTRUCTURA SIN NOVEDAD.



Medidas °C

Ar1	Max	31,9
Ar2	Max	31,8
Diferencia		0,1
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización

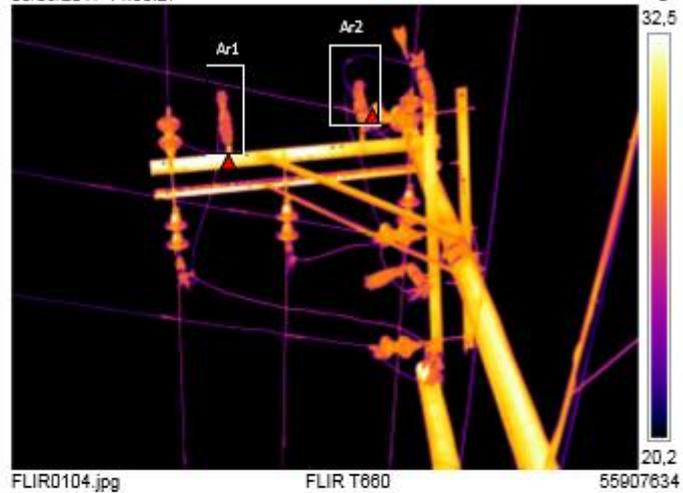
Brújula	S
Localización	S 1° 2' 28.82", W 80° 28' 14.92"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1.0413,-80.4708>

Nota

POSTE 11005428 NO EXISTE NOVEDAD DE PUNTO CALIENTE, COMO NOVEDAD HAY DOBLE POSTERIA Y ALGUNOS SECCIONADORES EN LA ESTRUCTURA QUE ESATAN DE MAS.

06/08/2017 14:53:27



FLIR0104.jpg

FLIR T860

55907634

06/08/2017 14:53:27



FLIR0104.jpg

FLIR T860

55907634

### Medidas °C

Ar1	Max	31,0
Ar2	Max	32,9
Ar3	Max	32,8
Diferencia		1,8
Ar3.Max - Ar1.Max		

### Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

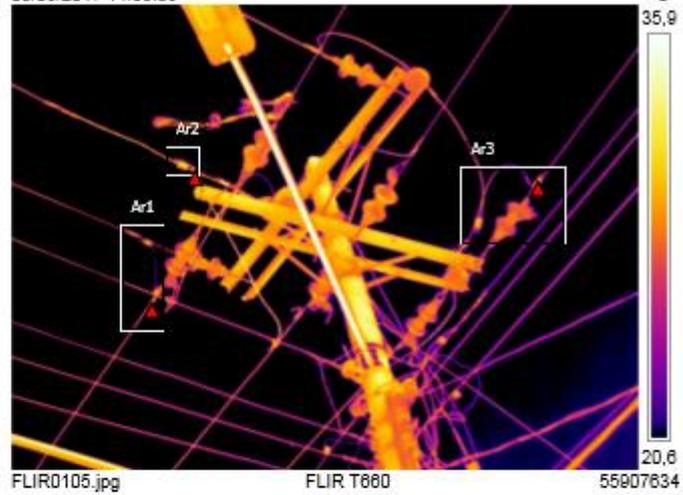
Brújula	SO
Localización	S 1° 2' 33,26", W 80° 25' 2,32"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&q=-1,0425,-80,4893>

### Nota

POSTE 11024254 UBICADO EN LA REALES TAMARINDOS Y ATANACIO SANTOS NO EXISTE PUNTO CALIENTE PERO SE RECOMIENDA LIMPIESA DE ESTRUCTURA.

06/06/2017 14:55:08



06/06/2017 14:55:08



Medidas °C

Ar1	Max	52,4
Ar2	Max	34,2
Ar3	Max	33,9
Diferencia		18,2
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

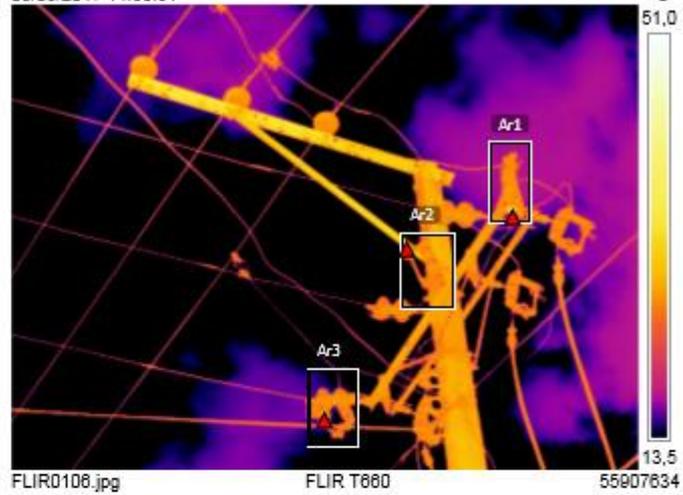
Geolocalización

Brújula	O
Localización	S 1° 2' 48,79", W 80° 27' 51,78"
	<a href="http://maps.google.com/?q=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0483,-80,4844">http://maps.google.com/?q=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0483,-80,4844</a>

Nota

POSTE 11005617 UBICADO DIAGONAL A LA ESCUELA JEAN PIAGET EXISTE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA SALIDA DEL SECCIONADOR DEL LADO DE LA CALLE SE RECOMIENDA REAJUSTAR Y CAMBIAR LOS PUENTES DE LOS 3 SECCIONADORES.

06/06/2017 14:58:51



06/06/2017 14:58:51



Medidas °C

Ar1	Max	26,6
Ar2	Max	27,3
Ar3	Max	28,4

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

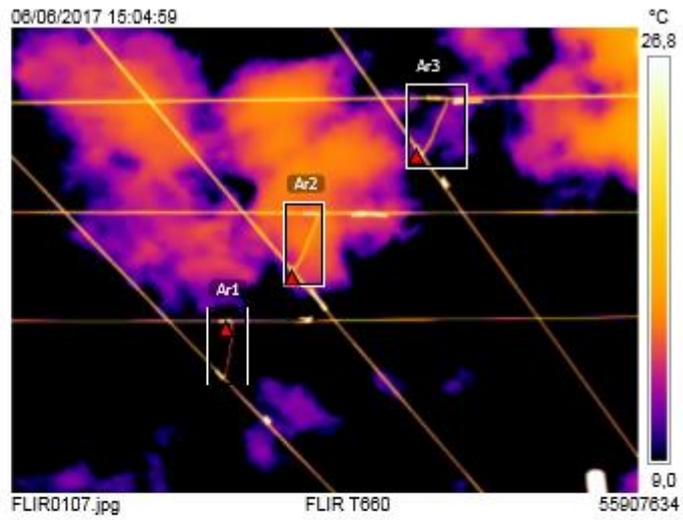
Geolocalización

Brújula	SE
Localización	5 11' 2" 44,27", W 80' 27" 49,94"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1,0435,-50,4839>

Nota

CRUCE AEREO UICADO FRENTE ALA PLAZA VICTORIA Y TIENDA JOSMEL NO PRESENTA NOVEDAD DE PUNTOS CALIENTES



Medidas °C

Ar1	Max	29,8
Ar2	Max	29,4
Ar3	Max	29,6
Diferencia		0,4
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros

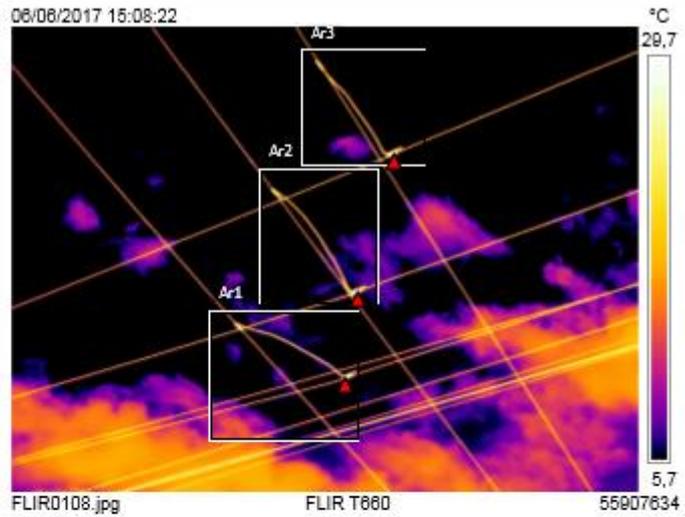
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización

Brújula	SO
Localización	S 1° 2' 37,52", W 80° 27' 49,50"
	<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0435,-80,4835">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0435,-80,4835</a>

Nota

CRUCE AÉREO UBICADO FRENTE A LA URB. LOS ALAMOS NO PRESENTA NOVEDAD DE PUNTOS CALIENTES.



Medidas °C

Ar1	Max	27,5
Ar2	Max	31,2
Ar3	Max	30,3

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización

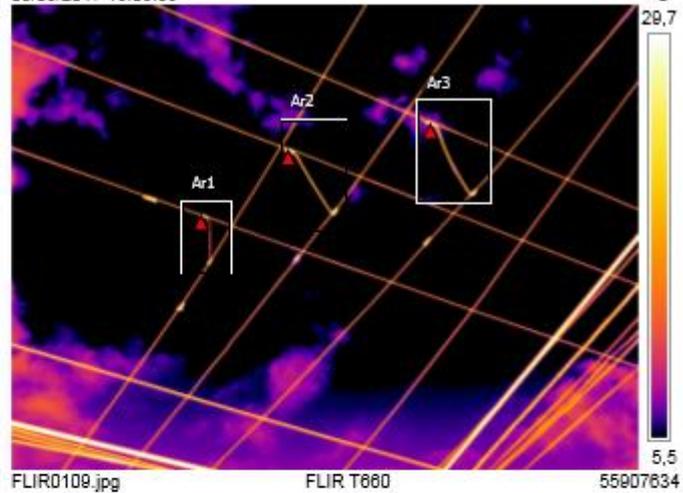
Brújula	0
Localización	5° 1' 2" 35,35" S, W 50° 27' 42,51" W

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1,0432,-50,4838>

Nota

PUNTES AEREOS UBICADOS FRENTE A LA CANCHA DE LA ESCUELA JEAN PIAGET NO PRESENTA NOVEDAD.

06/06/2017 15:09:38



06/06/2017 15:09:38



Medidas °C

Ar1	Max	28,4
Ar2	Max	25,2
Ar3	Max	46,7
Ar4	Max	27,0
Ar5	Max	28,8
Ar6	Max	31,5
Diferencia		3,2
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	12 m
Temp. atmosférica	29 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

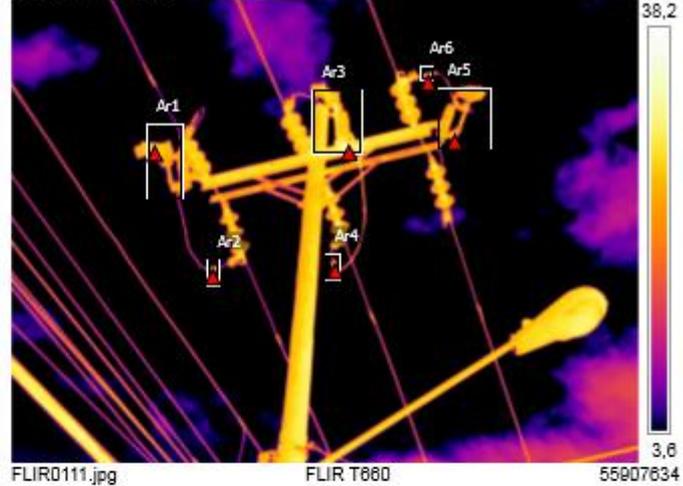
Geolocalización

Brújula	O
Localización	S 11° 2' 32,22", W 80° 28' 5,80"
	<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;q=-1,0423,-80,4691">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;q=-1,0423,-80,4691</a>

Nota

POSTE 11005848 UBICADO EN LA CALLE ATANACIO SANTOS SIN NOVEDAD EN ESTA CALLE HAY QUE APLOMAR VARIOS POSTES.

06/08/2017 15:16:28



FLIR0111.jpg

FLIR T860

55907634

06/08/2017 15:16:28



FLIR0111.jpg

FLIR T860

55907634

Medidas		°C
Ar1	Max	45,6
Ar2	Max	33,8
Diferencia		12,0
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	SO
Localización	S 11° 2' 9,32", W 80° 27' 42,54"
<a href="http://maps.google.com/?q=17&amp;ll=10.0259,-80.4818">http://maps.google.com/?q=17&amp;ll=10.0259,-80.4818</a>	

**Nota**

POSTE 11005963 UBICADO FRENTE A LA S/E EXISTE MINIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA ENTRE LA ENTRADA Y LA SALIDA DEL SECCIONADOR EN EL CONECTOR PLACA CABLE SE RECOMIENDA LIMPIEZA Y REAJUSTE.



### Medidas °C

Ar1	Max	34,3
Ar2	Max	29,3
Ar3	Max	33,8
	Average	33,4
Diferencia		5,0
Ar1.Max - Ar2.Max		

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

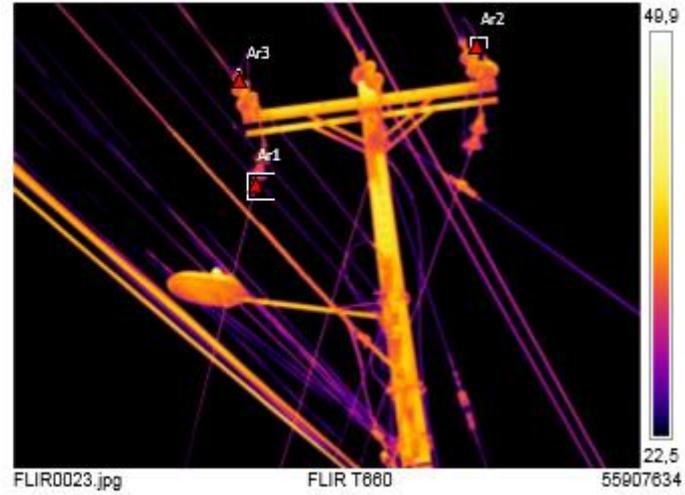
Brújula	O
Localización	S 1° 2' 7,08", W 80° 27' 40,80"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&q=-1,0333,-80,4613>

### Nota

POSTE 11006263 NO EXISTE PUNTO CALIENTE PERO EXISTE LA NOVEDAD QUE EL POSTE ESTA EN MAL ESTADO.

01/06/2017 10:39:08



01/06/2017 10:39:08

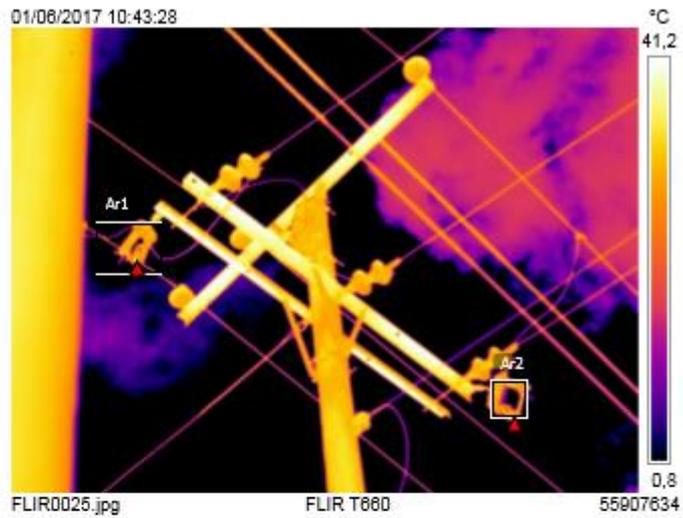


Medidas		°C
Ar1	Max	37,2
Ar2	Max	33,9
Diferencia		3,2
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	SO
Localización	5 11° 2' 0,91", W 80° 27' 40,43"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0303,-80,4812">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=1,0303,-80,4812</a>	

**Nota**  
 POSTE 11006262 UBICADO EN LA ENTRADA A LA URBANIZACIÓN BALCONES DE ALTA VISTA SIN NOVEDAD.



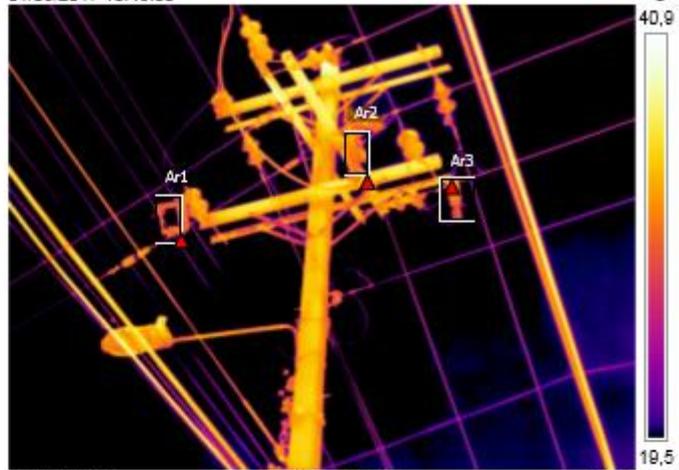
Medidas		°C
Ar1	Max	33,4
Ar2	Max	35,8
Ar3	Max	35,8

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	O
Localización	S 11° 2' 5,33", W 80° 27' 38,25"
<a href="https://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;q=-1.0351,-80.4607">https://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;q=-1.0351,-80.4607</a>	

**Nota**  
 POSTE 11006260 NO PRESENTA NOVEDAD

01/08/2017 10:46:00



FLIR0027.jpg

FLIR T660

55907634

01/08/2017 10:46:00



FLIR0027.jpg

FLIR T660

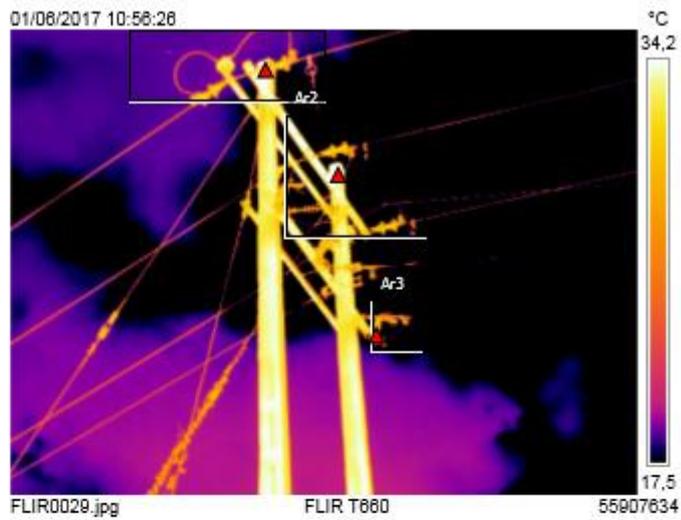
55907634

Medidas			°C
Ar1	Max	36,4	
Ar2	Max	35,9	
Ar3	Max	30,7	
Diferencia		0,5	
Ar1.Max - Ar2.Max			

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	O
Localización	S 1° 2' 1,80", W 80° 27' 28,01"
	<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=-1,0338,-80,4808">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;gl=-1,0338,-80,4808</a>

**Nota**  
 POSTE UBICADO DENTRO DE URBANIZACIÓN BALCONES DE ALTA VISTA NO PRESENTA DIFERENCIAL DE TEMPERATURA, EN LA INSPECCION VISUAL SE RECOMIENDA REALIZAR DESBROCE.



### Medidas °C

Ar1	Max	30,5
Ar2	Max	29,8
Ar3	Max	29,8
Diferencia		0,7
Ar1.Max - Ar2.Max		

### Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

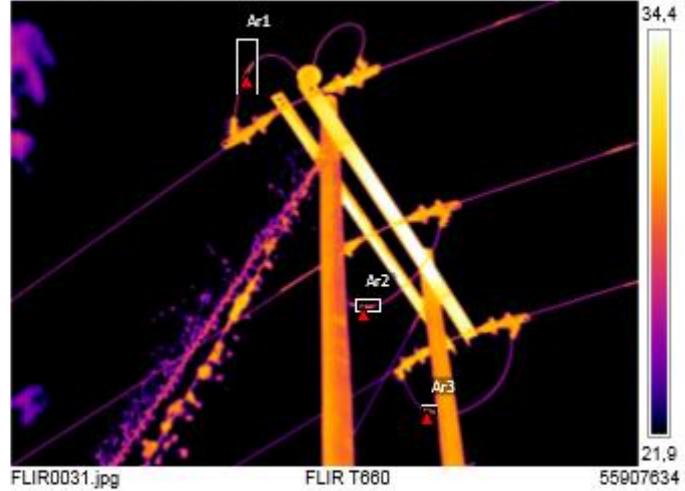
Brújula	NE
Localización	S 1° 1' 49.57", W 80° 27' 39.88"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1,0304,-80,4811>

### Nota

POSTE UBICADO EN TERRENO VALDIO HACIA ATRAS DE URBANIZACION BALCONES DE ALTA VISTA NO EXISTE PUNTO CALIENTE PERO HAY QUE REALIZAR DESBROCE.

01/08/2017 11:08:43



01/08/2017 11:08:43

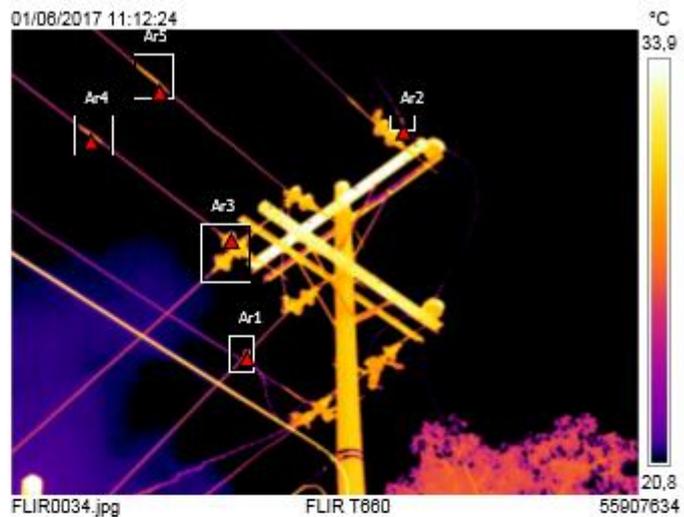


Medidas		°C
Ar1	Max	31,4
Ar2	Max	28,3
Ar3	Max	34,1
Ar4	Max	30,5
Ar5	Max	30,7
Diferencia		3,2
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	O
Localización	S 1° 1' 44.31", W 80° 27' 29.72"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;q=-1.0282,-80.4610">http://maps.google.com/?z=17&amp;hl=es&amp;q=-1.0282,-80.4610</a>	

**Nota**  
POSTE 11018197 SIN NOVEDAD



### Medidas °C

Ar1	Max	30,5
Ar2	Max	30,8
Ar3	Max	32,2
Diferencia		1,3
Ar3.Max - Ar2.Max		

### Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

### Geolocalización

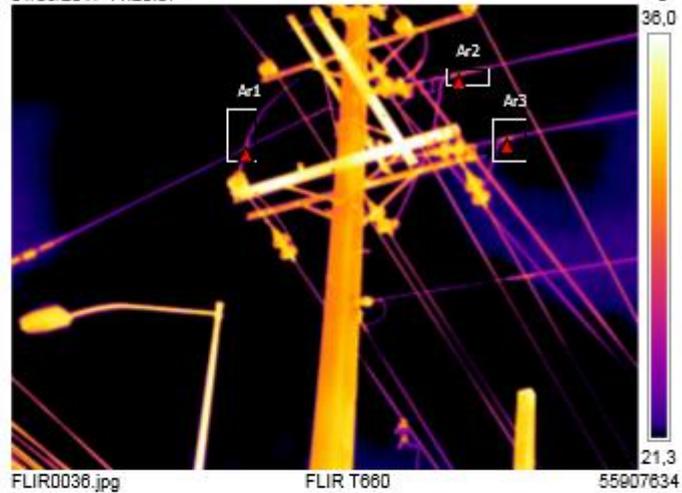
Brújula	O
Localización	S 1° 1' 45,05", W 80° 27' 52,91"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&q=-1.0292,-80.4647>

### Nota

POSTE 11018087 UBICADO  
DIAGONAL AL UVC PORTOVIEJO, SIN  
NOVEDAD.

01/08/2017 11:20:07



01/08/2017 11:20:07



Medidas °C

Ar1	Max	33,0
Ar2	Max	33,6
Ar3	Max	33,5
Diferencia		0,6
Ar2.Max - Ar1.Max		

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización

Brújula	SO
---------	----

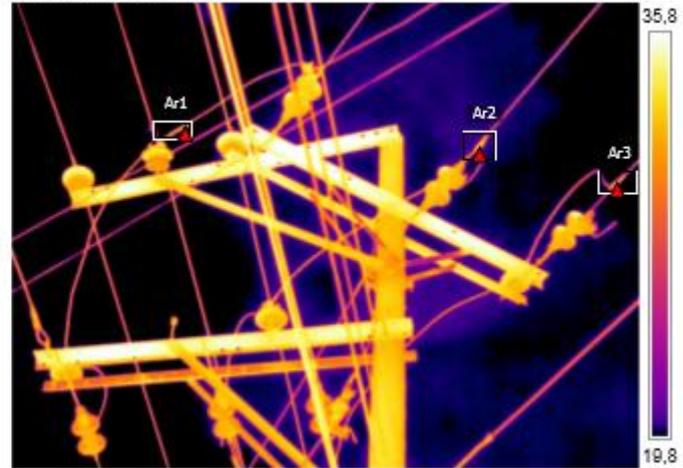
Localización	S 1° 1' 34,42", W 80° 27' 53,60"
--------------	----------------------------------

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=1,0282,-80,4649>

Nota

POSTE 11018085 SIN NOVEDAD AUNQUE SE RECOMIENDA MACHINAR PUENTES.

01/08/2017 11:24:49



FLIR0038.jpg

FLIR T660

55907634

01/08/2017 11:24:49



FLIR0038.jpg

FLIR T660

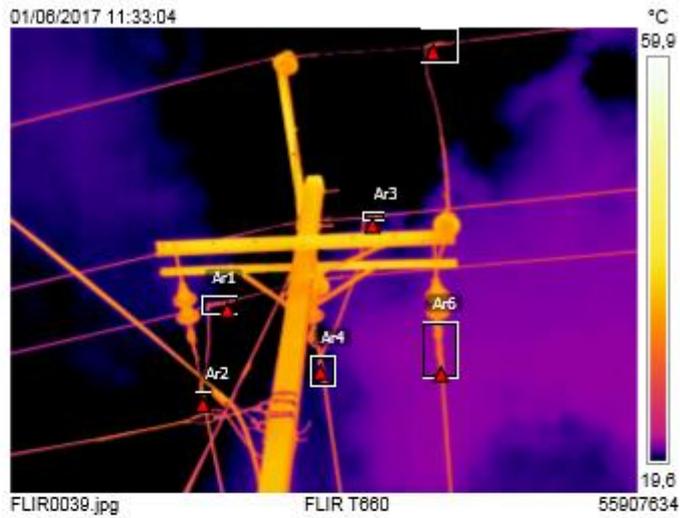
55907634

Medidas		°C
Ar1	Max	33,2
Ar2	Max	33,9
Ar3	Max	33,8
Ar4	Max	34,8
Ar5	Max	33,8
Ar6	Max	35,2
Diferencia		1,4
Ar6.Max - Ar5.Max		
Diferencia		0,7
Ar2.Max - Ar1.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	0
Localización	S 11° 1' 10,28"; W 80° 25' 5,40"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;ll=11,0195,-80,4890">http://maps.google.com/?z=17&amp;ll=11,0195,-80,4890</a>	

**Nota**  
 POSTE 11021557 NO EXISTE PUNTO CALIENTE AUNQUE LOS PUENTES ESTAN CANASTILLADOS Y LOS ENTORCHES DEFECTUOSOS SE RECOMIENDA CAMBIARLOS.

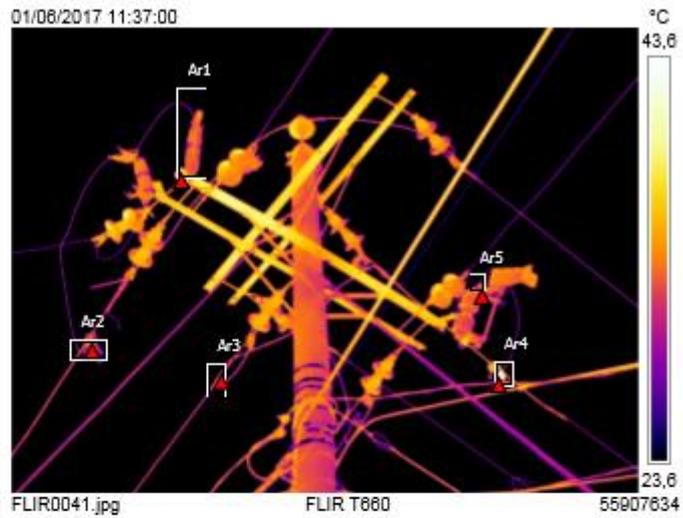


Medidas		°C
Ar1	Max	38,3
Ar2	Max	35,5
Ar3	Max	33,8
Ar4	Max	43,6
Ar5	Max	33,7
Diferencia		9,8
Ar4.Max - Ar5.Max		

Parámetros	
Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	NE
Localización	5 11' 13,25" N, W 80' 28' 13,80"
	<a href="http://maps.google.com/?q=17&amp;hl=es&amp;pg=1.0204,-80.4704">http://maps.google.com/?q=17&amp;hl=es&amp;pg=1.0204,-80.4704</a>

**Nota**  
 POSTE 11021551 UBICADO DIAGONAL A SOLCA EXISTE UN MINIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA GRAPA ESTRIBO DEL PUETE DEL SECCIONADOR DE LA FASE DE MEDIO.



Medidas		°C
Ar1	Max	37,5
Ar2	Max	32,6
Ar3	Max	40,4
Diferencia		7,8
Ar3.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0.95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

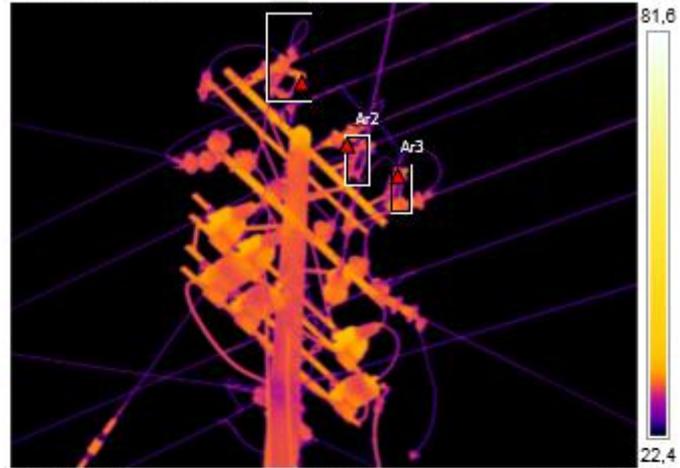
#### Geolocalización

Brújula	NO
Localización	5° 11' 19.82", W 80° 28' 7.47"
<a href="http://maps.google.com/?z=17&amp;w&amp;lg=-1.0222,-80.4657">http://maps.google.com/?z=17&amp;w&amp;lg=-1.0222,-80.4657</a>	

#### Nota

POSTE 11006526 UBICADO A LOS LADOS DE SOLCA DONDE SE ENCUENTRA EL EQUIPO DE MEDICIÓN EXISTE MINIMO DEFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA ENTRADA DE LOS SECCIONADORES.

01/08/2017 11:42:22



FLIR0042.jpg

FLIR T660

55907634

01/08/2017 11:42:22



FLIR0042.jpg

FLIR T660

55907634

Medidas °C

Ar1	Max	42,5
Ar2	Max	41,0
Ar3	Max	33,5
Diferencia		9,0
Ar1.Max - Ar3.Max		

Parámetros

Emisividad	0,95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización

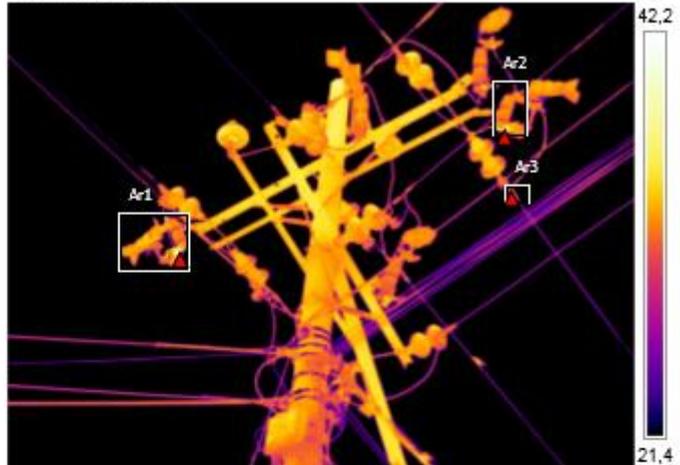
Brújula	E
Localización	S 1° 1' 14,14", W 80° 25' 12,87"

<http://maps.google.com/?z=17&hl=es&gl=co&ll=1.0209,-80.4102>

Nota

POSTE 11003836 UBICADO EN LA ESQUINA DE SOLCA EXISTE MINIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EN LA ENTRDA DE LOS SECCIONADORES Y ADEMAS EXISTEN VARIOS SECCIONADORES QUE ESTAN DE MAS EN ESTA ESTRUCTURA SE RECOMIENDA RETIRAR ESOS SECCIONADORES.

01/08/2017 11:52:27



FLIR0046.jpg

FLIR T860

55907634

01/08/2017 11:52:27



FLIR0046.jpg

FLIR T860

55907634

Medidas		°C
Ar1	Max	42,9
Ar2	Max	33,7
Diferencia		9,1
Ar1.Max - Ar2.Max		

Parámetros	
Emisividad	0.95
Temp. refl.	25 °C
Distancia	14 m
Temp. atmosférica	30 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	80 %

Geolocalización	
Brújula	O
Localización	S 1° 1' 32,75", W 80° 27' 54,41"
<a href="http://maps.google.com/?q=17&amp;mkq=-1,0258,-80,4851">http://maps.google.com/?q=17&amp;mkq=-1,0258,-80,4851</a>	

**Nota**

POSTE 11006536 UBICADO FRENTE A LA ENTRADA AL NEGRITAL DE LA VIA A CRUCITA EXISTE MINIMO GRADO DE TEMPERATURA EN LA CAMPANA DE LOS AISLADORES DE LA FASE DE MEDIO POSIBLE EFECTO CORONA SE RECOMIENDA CAMBIAR CADENA DE AISLADORES ASI COMO TAMBIEN EL POSTE QUE ESTA EN MAL ESTADO.



#### Anexo 4. Evidencias del trabajo de la inspección técnica

