



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



**EL FACTOR DE CARGA Y LA TERMOGRAFÍA PARA
SIMPLIFICAR EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA
CIUDAD DE JULIACA**

TESIS

PRESENTADA POR:

MARCO DAVID HUARANCA MASIAS

JHON CALATAYUD LLUTARI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con todo mi cariño a mis queridos padres Mario y Teresa, por la enseñanza de valores, su esfuerzo, apoyo económico e incondicional que me brindaron en mi formación profesional.

A mis hermanos por el apoyo moral y por sus conocimientos compartidos que contribuyeron a mi formación profesional.

Huaranca Masias Marco David



DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación realizado junto a mi gran compañero de carpeta por muchos años es dedicado en primer lugar a mi familia entera, a mi madre Libia que con su incansable esfuerzo de cada día supo apoyarme y lo sigue haciendo; a mi padre Eduardo que hasta el día de hoy me da su hombro y su incondicional respaldo a mi persona y a mis proyectos; a mi querido hijo Jhon Eduardito que cada mañana hace que sea mi motor impulsor de 8 cilindros en “V” para seguir avanzando y para finalizar con lo mejor, a mi adorada esposa que me acompaña todos los días en el camino que hasta hoy hemos recorrido y queda por recorrer.

Jhon Calatayud Llutari



AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios Todopoderoso, por haberme dado sabiduría y fortaleza en el camino de mi formación académica y de aprendizaje.

A todos los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por su apoyo moral y por sus conocimientos brindados durante mi formación profesional.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que siempre me brindan para poder seguir adelante y cumplir con mis metas.

A mis amigos y compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con quienes compartí conocimientos y momentos inolvidables por el apoyo moral que siempre me ofrecieron.

Huaranca Masias Marco David

A mi madre Libia que con su incansable esfuerzo de cada día supo apoyarme y lo sigue haciendo; a mi padre Eduardo que hasta el día de hoy me da su hombro y su incondicional respaldo a mi persona y a mis proyectos; a mi querido hijo Jhon Eduardito que cada mañana hace que sea mi motor impulsor de 8 cilindros en “V” para seguir avanzando y para finalizar con lo mejor, a mi adorada esposa que me acompaña todos los días en el camino que hasta hoy hemos recorrido y queda por recorrer.

Jhon Calatayud Llutari



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. Problema General	15
1.2.2. Problemas Específicos	15
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.3.1. Hipótesis General.....	15
1.3.2. Hipótesis Específicas	15
1.4. JUSTIFICACIÓN	16
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.5.1. Objetivo General.....	16
1.5.2. Objetivos Específicos	17

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO	18
2.1.1. Antecedentes	18
2.1.2. Bases Teóricas	20
2.1.3. Definiciones Básicas.....	80



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	84
3.1.1. Tipo De Investigación.....	84
3.1.2. Diseño De La Investigación.....	85
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	86
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	87
3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	88
3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .	88
3.6. DIAGRAMA DE FLUJO DE TRABAJO	89

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS	92
4.1.1. Identificación y Selección de las SED de la Ciudad de Juliaca.....	92
4.1.2. Cálculo del Factor de Carga de las SED de la Ciudad de Juliaca	92
4.1.3. Diagnóstico De Termografía De Las SED Seleccionadas Por Sobrecarga De La Ciudad De Juliaca	96
4.1.4. Reportes De Diagnóstico De Las Sed Seleccionadas Por Sobrecarga De La Ciudad De Juliaca.....	97
4.2. DISCUSIONES	104
V. CONCLUSIONES	107
VI. RECOMENDACIONES	108
VII. REFERENCIAS	109
ANEXOS	112

ÁREA : Eléctrica
TEMA : Mantenimiento

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 8 de enero del 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°2.1: Influencia de las Características de la Carga en las Redes.....	21
Figura N°2.2: Curva de Carga Diaria Típica.....	23
Figura N°2.3: Explicación Gráfica del Mantenimiento Predictivo.....	33
Figura N°2.4: Métodos de Tránsito de Calor.....	36
Figura N°2.5: Espectro Electromagnético.....	39
Figura N°2.6: Rangos del Espectro Electromagnético.....	40
Figura N°2.7: Energía que Refleja, Transmite y Emite un Objeto.....	41
Figura N°2.8: Representación de la Radiación que Incide Sobre un Objeto Real.....	46
Figura N°2.9: Partes de una Cámara Termográfica.....	53
Figura N°2.10: Esquema de Funcionamiento de las Cámaras Termográficas.....	55
Figura N°2.11: Termogramas de un Transformador Analizado con un Método Cualitativo.....	57
Figura N°2.12: Termogramas de un Transformador Analizado con un Método Cuantitativo.....	58
Figura N°2.13: Medición Directa.....	59
Figura N°2.14: Medición Indirecta.....	60
Figura N°2.15: Medición de Temperatura con una Emisividad.....	65
Figura N°2.16: Factores del Entorno que Afectan la Medición de Temperatura.....	68
Figura N°2.17: Efecto del Viento en Una Imagen Térmica.....	69
Figura N°2.18: Efecto de un Reflejo en una Superficie de Baja Emisividad.....	70
Figura N°2.19: Izquierda, Configuración de Distancia Incorrecta; Derecha, Configuración de Distancia Correcta.....	71
Figura N°2.20: Efecto de la Carga Solar en un Tanque de Almacenamiento.....	72
Figura N°3.1: Diagrama de Flujo de Trabajo.....	91
Figura N°4.1: Coordenadas de Ubicación de las 19 SED de la Ciudad de Juliaca que se Encuentran Operando en Sobrecarga.....	95
Figura N°4.2: Partes de los Reportes de Diagnóstico.....	98



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°2.1: Valores de Emisividad para Metales.....	43
Tabla N°2.2: Valores de Emisividad para No Metales.....	45
Tabla N°2.3: Ejemplo de Clasificación de Fallos.....	59
Tabla N°2.4: Resumen de Equipos y Fallas en los Sistemas Eléctricos Inspeccionados por Termografía Infrarroja para el Área de Mantenimiento.	64
Tabla N°2.5: Técnicas de Mantenimiento.	76
Tabla N°2.6: Clasificación de Fallas Eléctricas Según NETA.....	77
Tabla N°2.7: Distancias Mínimas de Seguridad para Inspecciones Termografía.	79
Tabla N°3.1: Conformación de SED del Sistema Eléctrico - Juliaca.....	86
Tabla N°4.1: Resumen de Resultados del Cálculo de Factor de Carga Realizado a las 374 SED de la Ciudad de Juliaca.	93
Tabla N°4.2: Resumen de los Resultados Según los Reportes de Diagnóstico.....	99



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: GRÁFICAS ESTADÍSTICAS DE LAS INTERRUPCIONES DEL SERVICIO ELÉCTRICO JULIACA.	112
ANEXO B: MUESTRA DE BASE DE DATOS OBTENIDOS DE LOS MEDIDORES TOTALIZADORES Y DEL REGISTRO DE INTERRUPCIONES - JULIACA.	115
ANEXO C: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA FLIR E53.	116
ANEXO D: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA FLIR E53.	118
ANEXO E: RESULTADOS DEL CÁLCULO DE FACTOR DE CARGA REALIZADO A LAS 374 SED DE LA CIUDAD DE JULIACA.	119
ANEXO F: REPORTES DE DIAGNOSTICO DE LAS 19 SED EN SOBRECARGA DE LA CIUDAD DE JULIACA.	124



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

SED	: Subestaciones Eléctricas de Distribución
HP	: Horas punta
HFP	: Hora fuera de punta
kW	: Kilovatio (unidad de potencia)
kVA	: Kilovoltio-amperio (unidad de potencia aparente)
kVAR	: Kilovoltio-amperio reactivo (unidad de potencia reactiva)
f.d.p o (cos(ϕ)):	Factor de potencia
ΔT	: Diferencia de temperatura
$^{\circ}C$: Grado Celsius
CI	: Carga instalada
PI	: Capacidad instalada
D	: Demanda
DM	: Demanda máxima o carga máxima
Dp	: Carga promedio
FC	: Factor de carga
Wap	: Radiación absorbida
Wref	: Radiación reflejada
Wsal	: Radiación transmitida
Wϵ	: Radiación emitida
E	: Emisividad
P	: Reflexión
NETA	: Asociación Internacional de Pruebas Eléctricas (International Electric Testing Association)
Trefl	: Temperatura aparente reflejada



RESUMEN

El presente trabajo investigación tiene la finalidad de aplicar el Factor de Carga y la Termografía para simplificar el mantenimiento predictivo de las SED de la ciudad de Juliaca; que consiste en reducir la amplia cantidad de elementos a evaluar, y además permite detectar y conocer las principales anomalías (fallas incipientes) generadas por el exceso de carga. Cuyo enfoque de investigación es del tipo Cuantitativo-Deductivo, porque se realizaron el uso de la recolección de datos, el análisis estadístico y las experiencias existentes para realizar el cálculo del Factor de Carga y la Termografía a fin de simplificar el mantenimiento predictivo. Los alcances de la investigación desarrollados son Descriptivo y Explicativo, porque se analizaron las principales características de los elementos evaluados y se plantearon soluciones puntuales ante esta situación. En el estudio se avaluó 374 SED, de las cuales el Factor de Carga permitió identificar y conocer a las 19 principales SED que se encuentran operando en un estado crítico de sobrecarga, y el Diagnóstico de la Termografía permitió detectar y conocer las 48 principales anomalías (fallas incipientes) que sostienen las 19 SED en sobrecarga; resultados que se demuestran en los 48 reportes de diagnóstico donde se establecen comentarios y recomendaciones para realizar el mantenimiento oportuno de las SED evaluadas. En conclusión, la aplicación del cálculo del Factor de Carga y la Termografía en el mantenimiento predictivo de las SED simplifica la amplia cantidad de elementos a evaluar.

Palabras claves: Mantenimiento, Predictivo, Diagnóstico, Factor de carga, Termografía.



ABSTRACT

The present research work has the purpose of applying the Load Factor and Thermography to simplify the predictive maintenance of the SED of the city of Juliaca; which consists of reducing the large number of elements to be evaluated, and also allowing to detect and know the main anomalies (incipient faults) generated by excess load. Whose research focus is of the Quantitative-Deductive type, because the use of data collection, statistical analysis and existing experiences was carried out to calculate the Load Factor and Thermography in order to simplify predictive maintenance. The scope of the research carried out is descriptive and explanatory, because the main characteristics of the evaluated elements were analyzed and specific solutions were proposed to this situation. In the study, 374 SED were evaluated, of which the Load Factor include identifying and knowing the 19 main SED that are operating in a critical state of overload, and the Thermography Diagnosis will detect and know the 48 main anomalies (faults incipient) that sustain the 19 SED in overload; Results shown in the 48 diagnostic reports where comments and recommendations were obtained for timely maintenance of the SED evaluated. In conclusion, the application of the calculation of the Load Factor and Thermography in the predictive maintenance of SED simplifies the large number of elements to be evaluated.

Key words: Maintenance, Predictive, Diagnostic, Load Factor, Thermography.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el problema de las interrupciones imprevistas y la falta de un adecuado plan de mantenimiento, son el mayor problema que sostienen las empresas de servicio eléctrico; entendiéndose que se originan principalmente por el desmedido incremento de la demanda del servicio de energía eléctrica, la mala distribución del servicio de energía eléctrica, el desgaste por los años de operación y el continuo funcionamiento. Es por ello que es necesario implementar un plan de mantenimiento que permita facilitar la detección de las fallas en etapas incipientes.

En el servicio eléctrico Juliaca de la empresa Electro Puno S.A.A. se ha tenido como uno de los principales problemas las interrupciones imprevistas en las SED por exceso de demanda del servicio de energía eléctrica, destacando la zona urbana de mayor impacto.

Es por ello que surge la aplicación del Factor de Carga y la Termografía en el mantenimiento predictivo de las SED, que tiene como objetivo simplificar la amplia cantidad de elementos a evaluar, y además permite detectar y conocer las principales anomalías (fallas incipientes) generadas por el exceso de carga para repararlas a tiempo y evitar las interrupciones imprevistas.

El presente trabajo de investigación propone aplicar el Factor de Carga y la Termografía para simplificar el mantenimiento predictivo de las SED de la ciudad de Juliaca; con el propósito de optimizar la continuidad, seguridad y la calidad del servicio de energía eléctrica.

Capítulo I, se desarrolla la introducción, descripción del problema, justificación del problema, objetivos de la investigación que se persiguen para lograr la presente investigación y los ítems que se desarrollaran en el presente trabajo de investigación.



Capítulo II, se presenta el marco teórico, donde van descritos los antecedentes de la investigación, se detalla cada uno de los conceptos considerados.

Capítulo III, para concretizar el trabajo, se da a conocer el tipo de investigación, el diseño de investigación, la población y la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, los procedimientos de recolección y análisis de datos, los procesos y factores para realizar la toma de imágenes termográficas.

Capítulo IV, se presenta los resultados y las discusiones del proyecto de investigación de la siguiente manera: Identificación y selección de las SED de la ciudad de Juliaca, el cálculo de factor de carga de las SED, diagnóstico de la termografía de las SED seleccionadas por sobrecarga, los reportes de diagnóstico de las SED seleccionadas por sobrecarga y finalmente analizamos y corroboraremos los resultados logrados según los conocimientos previos.

Conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas del presente trabajo de investigación.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas que sostiene la empresa Electro Puno S.A.A. en el servicio eléctrico de la ciudad de Juliaca para brindar el buen servicio de energía eléctrica, es sin duda alguna el problema de las interrupciones que se generan en las SED de la ciudad, interrupciones que son causadas por las fallas incipientes que son difíciles de percibir a simple vista, la sobrecarga, alta resistencia eléctrica que son producidos a causa del desmedido incremento de la demanda del servicio de energía eléctrica, la mala distribución del servicio de energía eléctrica, el desgaste por los años de operación y el continuo funcionamiento; y sujeto a ellos, la falta de un adecuado plan de mantenimiento predictivo que permita facilitar la detección de fallas en etapas incipientes, a fin de repararlas oportunamente y con ello evitar las interrupciones imprevistas. Para corroborar



lo expuesto, véase las gráficas estadísticas de interrupciones del servicio eléctrico Juliaca que se muestra en el (ANEXO A).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Del planteamiento del problema expuesto, podemos desprender lo siguiente:

1.2.1. Problema General

- ¿Mediante que métodos o instrumentos se puede simplificar el mantenimiento predictivo de las SED de la ciudad de Juliaca?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo identificar el grado de carga en la que están operando las SED de la ciudad de Juliaca?
- ¿Como detectar las fallas incipientes de las SED de la ciudad de Juliaca que se encuentran operando en sobrecarga?
- ¿De qué manera se conocerá el diagnóstico realizado a las SED de la ciudad de Juliaca?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis General

- La aplicación del Factor de Carga y la Termografía permitirá simplificar el mantenimiento predictivo de las SED de la ciudad de Juliaca.

1.3.2. Hipótesis Específicas

- El cálculo de Factor de Carga permitirá conocer el grado de carga en la que se encuentran operando las SED de la ciudad de Juliaca.
- El diagnóstico de la Termográfica permitirá identificar las fallas incipientes de las SED de la ciudad de Juliaca que se encuentran operando en sobrecarga.



- La elaboración de los Reportes de Diagnostico permitirá conocer de forma ordenada y detallada el diagnóstico de las anomalías detectadas de las SED de la ciudad de Juliaca.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Considerando la importancia que representa el mantenimiento predictivo hoy en día por tratarse de técnicas no intrusivas, y viendo la necesidad que sostienen las empresas de servicio eléctrico de contar con un adecuado plan de mantenimiento que les permita simplificar el trabajo de la detección de anomalías, es que se ha creído por conveniente incorporar este método de mantenimiento predictivo mediante el Factor de Carga y la Termografía para facilitar la detección de las anomalías causadas principalmente por el exceso de carga.

Así mismo, la detección oportuna de las anomalías le permitirá a la empresa de distribución tomar mejores decisiones para realizar las correcciones que sean necesarias hasta alcanzar la estabilización del sistema, y así evitar las interrupciones imprevistas de diferentes magnitudes. De modo que se pueda garantizar el suministro de energía eléctrica de manera continua desde los centros de transformación hasta los centros de consumo, con el propósito de optimizar la seguridad y calidad del servicio de energía eléctrica en la ciudad de Juliaca.

Además, la detección oportuna de las anomalías (fallas incipientes) permitirá reducir los gastos por: reparación, reposición y compensación.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo General

- Aplicar el Factor de Carga y la Termografía para simplificar el mantenimiento predictivo de las SED de la ciudad de Juliaca.



1.5.2. Objetivos Específicos

- Aplicar el Factor de Carga para conocer el grado de carga en la que se encuentran operando las SED de la ciudad de Juliaca.
- Realizar el diagnóstico de la Termografía para identificar las fallas incipientes de las SED de la ciudad de Juliaca que se encuentran operando en sobrecarga.
- Elaboración de reportes del diagnóstico para conocer de forma ordenada y detallada el diagnóstico de las anomalías detectadas de las SED de la ciudad de Juliaca.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes

Tesis de grado: “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TERMOGRAFÍA INDUSTRIAL EN LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE EUROLIT EN LA EMPRESA TUBASEC C.A.” (Abarca Sigcho & Iglesias Vasco, 2012).

El presente estudio tuvo como objetivo la verificación de un Plan de Mantenimiento Predictivo Mediante la Aplicación de Termografía, con la finalidad de determinar el estado en que se encuentran operando los motores y dar un diagnóstico de los equipos en mención, conocer los problemas que generan las altas temperaturas en los componentes para así evitar paros imprevistos y pérdidas de la producción. El estudio muestra resultados mediante la elaboración de reportes de termografía estableciendo comentarios y recomendaciones a cerca de lo que se debe realizar de las imágenes. En base al análisis efectuado y a los datos recopilados en cada uno de los motores del centro productivo se implementó una adecuada planificación del mantenimiento Predictivo basada en los factores que ayudaron en la detección de problemas.

Tesis de grado: “ANÁLISIS DEL FACTOR DE CARGA Y DEL FACTOR DE DIVERSIDAD PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO DE CENTROS COMERCIALES POPULARES DEL MUNICIPIO DE QUITO” (Pilamunga Ubidia, 2009).

El presente trabajo de investigación se encamina en determinar qué tan cargados se encuentran los transformadores de distribución presentes en los centros comerciales populares del municipio de Quito.



El estudio se ha realizado en transformadores que dan servicio únicamente a centros comerciales y que no tienen opción de proyección de demanda máxima en el futuro, es decir, que luego de haber transcurrido cierto periodo el transformador instalado debería estar en el límite de su carga. Es por eso que, por medio de un buen diseño de demanda, se puede dimensionar correctamente un transformador y se puede tener la seguridad de reducir los costos de inversión, pérdidas en las redes, armónicos, y otros, debidos a la carga excesiva considerada en los diseños eléctricos.

Tesis de grado: “TERMOGRAFÍA INFRARROJA COMO TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO A EQUIPOS DE MENOS DE 34.5KV” (Yañez Nieto & Martínez Roldán, 2009).

El presente trabajo tiene como objetivo proporcionar un documento de consulta que resulte de gran utilidad para todas aquellas personas que se desempeñen en el área de mantenimiento a equipos eléctricos, pero especialmente se espera sea de gran utilidad para los técnicos e ingenieros encargados de detectar las anomalías en los equipos por medio de pruebas en campo. Este trabajo proporciona los elementos fundamentales de información, para lograr detectar de manera correcta las fallas por medio de la técnica de Termografía.

En este trabajo se analizó diferentes incrementos de temperatura en distintos materiales y equipos como son: en una barrilla de cobre, reóstato, transformador de la subestación de 23KV de la E.S.I.M.E., Las mediciones termográficas se realizaron por medio de la Cámara FLIR SYSTEM modelo SC660 para obtener las pruebas mencionadas para analizar el incremento de temperatura. Este tipo de cámaras producen una imagen con una gama de colores asociados al nivel de temperatura, la cual puede ser interpretada fácilmente para ubicar y analizar los problemas que se estén presentando en los equipos o en las instalaciones por medio de las imágenes termográficas.



Tesis de grado: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO CON TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE LOS DEPARTAMENTOS DE TOPPING Y CRACKING DE LA GCBECOPETROL S.A.” (Castro Barrera, 2005).

En búsqueda de aumentar la confiabilidad del sistema eléctrico de la GCB-ECOPETROL S.A., se diseñó e implementó, un programa de mantenimiento predictivo para las subestaciones eléctricas, utilizando termografía infrarroja. Además, como actividad de soporte para el programa, se realizó el levantamiento, actualización y ordenamiento de la información del equipo eléctrico de las subestaciones de los departamentos de Topping y Cracking.

El diseño del PMP se inició reuniendo información de anteriores programas de mantenimiento, dirigidos a las subestaciones eléctricas de la GCB. Posteriormente, se hizo el reconocimiento de todas las subestaciones y sus equipos, para definir el alcance del programa, por último, se especificaron los recursos disponibles para la ejecución del programa, esto es: el personal, los equipos y el tiempo disponible. Finalmente se diseñó un sistema de información para la recopilación, análisis y registro de datos. La fijación de criterios de condición aceptable y análisis de criticidad de fallas, se hizo en base a los criterios fijados por la norma NETA.

2.1.2. Bases Teóricas

2.1.2.1. Influencia De Las Características De Las Cargas Sobre Las Redes De Distribución

En la Figura N°2.1, se puede observar que las características de la carga influyen en los sistemas de potencia y distribución, más no en viceversa. Las características de las cargas expresan el comportamiento de los usuarios frente al sistema de distribución y, por lo tanto, imponen las condiciones (donde está y como establece la demanda durante el

período de carga). Las empresas de energía pueden realizar control sobre algunas cargas para evitar que el sistema colapse (Ramirez Castaño, 2004).

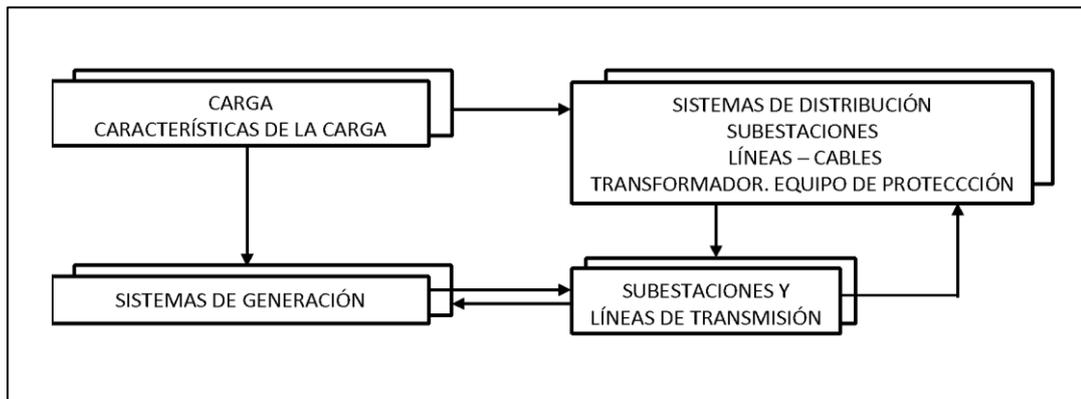


Figura N°2.1: Influencia de las Características de la Carga en las Redes.

Fuente: (Ramirez Castaño, 2004).

2.1.2.1.1. *Carga Instalada (CI)*

Es la suma de todas las potencias nominales continuas de los aparatos de consumo conectados a un sistema o a parte de él, se expresa generalmente en kVA, MVA, kW o MW (Ramirez Castaño, 2004).

Matemáticamente se indica como:

$$CI = \Sigma \text{Potencias nominales de las cargas} \quad (\text{Ec.1})$$

En la Figura N°2.2 se muestra su ubicación en la curva de carga diaria típica.

2.1.2.1.2. *Capacidad Instalada (PI)*

Corresponde a la suma de las potencias nominales de los equipos (transformadores, generadores), instalados a líneas que suministran la potencia eléctrica a las cargas o servicios conectados. Es llamada también capacidad nominal del sistema (Véase Figura N°2.2) (Ramirez Castaño, 2004).

2.1.2.1.3. *Carga Máxima (DM) KW ó KVA*

Se conoce también como la demanda máxima y corresponde a la carga mayor que se presenta en un sistema en un período de trabajo previamente establecido. En la Figura N°2.2, la carga máxima es la que se presenta a las 19 horas.



Es esta demanda máxima la que ofrece mayor interés ya que aquí es donde se presenta la máxima caída de tensión en el sistema y por lo tanto cuando se presentan las mayores pérdidas de energía y potencia (Ramirez Castaño, 2004).

Para establecer la demanda máxima se debe especificar el intervalo de demanda para medirla. La carga puede expresarse en P.U de la carga pico del sistema; por ejemplo, se puede encontrar la demanda máxima 15 minutos, 30 minutos y 1 hora.

2.1.2.1.4. Demanda $D(t)$

Es la cantidad de potencia que un consumidor utiliza en cualquier momento (variable en el tiempo). Dicho de otra forma: la demanda de una instalación eléctrica en los terminales receptores, tomada como un valor medio en un intervalo determinado. El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda. La duración que se fije en este intervalo dependerá del valor de demanda que se desee conocer, así, por ejemplo, si se quiere establecer la demanda en amperios para la sección de un juego de fusibles, deberán ser analizados valores de demanda con un intervalo cero, no siendo el mismo caso si se quiere encontrar la demanda para aplicarla a un transformador o cable, que será de 10 o 15 minutos (Ramirez Castaño, 2004).

Para establecer una demanda es indispensable indicar el intervalo de demanda ya que sin él no tendría sentido práctico. La demanda se puede expresar en kVA, kW, kVAR, A, etc.

2.1.2.1.5. Curva De La Demanda Diaria

Permite obtener un análisis parejo con respecto a las curvas de carga anual, esta curva de carga diaria es el resultado de los picos conseguidos en los intervalos de una hora para cada hora del día, ofrecen pormenores de variaciones a lo largo del periodo histórico, el análisis obtenido contribuye para el estudio del comportamiento de las cargas del sistema otorgado beneficios al momento de seleccionar equipos de transformación

que evite las sobrecargas, como se puede observar en la Figura N°2.2 la curva de la demanda diaria (Ramirez Castaño, 2004).

2.1.2.1.6. *Curva De La Demanda Anual*

La curva de carga anual tiene la finalidad de mostrar los crecimientos y variaciones, de representar el crecimiento requiere las demandas picos mensuales y anuales, debido a que la curva de carga anual la conforman las horas picos de cada mes de la demanda requerida por los usuarios, obteniendo resultados sobre el comportamiento del sistema en conocer los factores que afectarían su estabilidad (Ramirez Castaño, 2004).

2.1.2.1.7. *Curva De Carga*

La curva de carga es el valor que toma la demanda eléctrica en cada intervalo, no se debe representar la curva de carga con potencias instantáneas.

La curva representa gráficamente la variación de la carga en periodos de tiempo determinados. Con pocas excepciones la carga será variable hora a hora, día a día (Apaza Tapia , 2017), cómo se presenta a continuación:

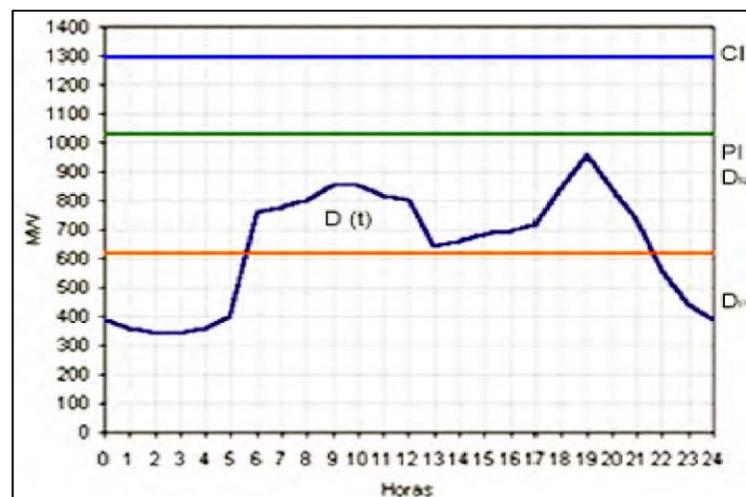


Figura N°2.2: Curva de Carga Diaria Típica.

Fuente: (Ramirez Castaño, 2004).

2.1.2.1.8. *Carga Promedio (Dp)*

Se define como la relación entre el consumo de energía del usuario durante un intervalo dado y el intervalo mismo. Se calcula mediante.



$$Dp = \frac{\int_0^t CDT(t)dt}{T}, \text{ en kW} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

Dp : Carga promedio en kW

$\int_0^t CDT(t)dt$: Energía consumida en el tiempo T en kWh.

T : Tiempo en hora

Es una demanda constante sobre el período de tiempo especificado y que establece el mismo consumo de energía que las requerida por la curva de carga real sobre el mismo período de tiempo especificado (Ramirez Castaño, 2004).

2.1.2.1.9. Factor De Carga (FC)

El factor de carga es la relación entre la carga promedio y la carga de pico en un periodo especificado.

Mide de alguna manera, el grado de utilización de la instalación.

Matemáticamente se expresa como:

$$FC = \frac{Pmedia}{Pmaxima}, \quad FC \leq 1 \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

FC : Factor de carga.

Pmedia: Carga promedio (W).

Pmaxima : Carga de pico en un periodo especificado (W).

El FC indica el grado al cual el pico de la carga es sostenido durante el periodo. Esto quiere decir que, si el factor de carga es 1, la DM se mantiene constante, si el factor de carga es alto (por ejemplo 0.9), la curva de carga tiene muy pocas variaciones y en cambio si el factor de carga es bajo (por ejemplo 0.2), la curva de carga sufre muchas variaciones con picos y valles pronunciados (Ramirez Castaño, 2004).



2.1.2.2.Generalidades Del Mantenimiento

Todos tenemos una idea general, más o menos precisa, de lo que es el mantenimiento. Lo concebimos como todo el trabajo necesario para mantener en buen estado de funcionamiento todo tipo de bienes, como los edificios y las máquinas.

Una definición de mantenimiento podría ser la siguiente: todas las actividades desarrolladas con el fin de conservar las instalaciones y equipos en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico (Alpizar Villegas).

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general (Muñoz Abella, 2003).

Conjunto de acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el tiempo de vida de un elemento, con el objetivo de conservarlo o devolverlo a un estado en el cual desarrolle su función de manera eficiente (Medrano Márquez, Gonzáles Ajuech, & Días de León Santiago, 2017).

2.1.2.3.Tipos De Mantenimiento

Existen diferentes tipos de mantenimiento, pero todos tienen en común el objetivo de, incrementar en forma significativa las ventajas en el mercado global, estos tipos de mantenimiento están en función del momento en que se realizan, el objetivo en particular para el que son puestos en marcha, y en función de los equipos utilizados, a continuación, se describen cuatro de estos tipos de mantenimiento (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.



- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Cero Horas (Overhaul).
- Mantenimiento En Uso.

En el presente trabajo desarrollaremos el mantenimiento predictivo, porque contiene las características de evaluación planteadas para lograr el objetivo que se desea alcanzar.

2.1.2.4. ¿Qué es el mantenimiento predictivo?

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo (Muñoz Abella, 2003).

Es aquel encargado de recopilar y analizar información que permita determinar el momento y lugar adecuado para efectuar tareas de mantenimiento preventivo, conociendo e informando permanentemente el estado del equipamiento de planta, lo cual requiere contar con instrumentos adicionales que permitan adquirir dicha información, sin embargo permite reducir costos de mantenimiento al hacer un uso eficiente de los recursos (IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial, 2018).

En el mantenimiento predictivo o bajo condición, evaluamos el estado de los componentes eléctricos o mecánicos mediante técnicas de seguimiento y análisis, permitiéndonos programar las operaciones de mantenimiento “solamente cuando son necesarias”. Consiste esencialmente en el estudio de ciertas variables o parámetros relacionados con el estado o condición del medio que se desea mantener bajo control permanente, como por ejemplo la temperatura, nivel de aislamiento, etc. El estudio de estas variables o parámetros nos suministran información del estado de sus componentes y del modo en que están funcionando los equipos y demás elementos, permitiéndonos no



solo detectar problemas de componentes sino también de diseño o errores técnicos en la instalación de los equipos o maquinarias.

2.1.2.5. Objetivo Del Mantenimiento Predictivo

El objetivo del mantenimiento predictivo es reducir los costos de operación y de mantenimiento, incrementando la confiabilidad de los equipos.

La base del mantenimiento predictivo radica en la monitorización de los equipos, ya que debemos evaluar los parámetros (temperatura, nivel de aislamiento, otros), cuando la empresa esté operando en funcionamiento normal. Por lo tanto, no es necesario hacer interrupciones en los procesos o una parada en el funcionamiento de los equipos, para poder evaluar la condición de los mismos; es decir, que podemos conocer el estado de nuestros equipos, máquinas o elementos mientras están trabajando (Ordoñez Guerrero, 2006).

2.1.2.6. Características Del Mantenimiento Predictivo (Kay Electric C.A.)

- El mantenimiento predictivo se realiza por medio de inspecciones continuas o periódicas; las periódicas se basan en la programación recomendada por el fabricante o por criterio propio, dependiendo del tipo de equipo, máquina o elemento considerado.
- Establece patrones de comparación exactos y confiables que permiten de una manera rápida definir las fallas de los equipos.
- Disminuye grandemente las posibilidades de error a la hora de establecer diagnósticos de fallas.
- Utiliza para su detección y análisis, técnicas de trabajo muy sofisticadas, pero de fácil aplicación.
- Diagnostica cualquier falla de una manera bastante rápida.



- Permite establecer con amplio margen de seguridad cuando se requiere cambiar una pieza o equipo.
- La inspección puede realizarse desde un sitio distante del equipo o en el mismo lugar, lo que permite mantener una inspección más continua y a la vez con poco personal o menor número horas-hombre de trabajo.
- Provee información detallada de las condiciones del equipo.
- Puede realizarse un archivo con el historial de cada equipo y así facilitar el trabajo de mantenimiento.
- Permite la inspección con el equipo en funcionamiento.

2.1.2.7. Ventajas Del Mantenimiento Predictivo (Carmona J. & Ochoa A., 2008)

- Incremento en la seguridad de la empresa, debido al monitoreo permanente y preciso por medio de instrumentos avanzados que permiten detectar fallas prematuras en el nivel de aislamiento de conductores y equipos, altas temperaturas (puntos calientes, sobrecarga de transformadores, otras), emisión acústica causada por efecto corona, tracking o por fugas de gases en subestaciones aisladas (GSF), otras.
- Reducción de costos de mantenimiento, ya que el mantenimiento predictivo garantiza una disminución del costo en equipos de monitoreo como una función real de la condición del equipo, máquina o elemento en el tiempo. El inventario de repuestos puede ser reducido si los equipos, máquinas o elementos son monitoreados apropiadamente.
- Aumento de la vida útil de los equipos, máquinas o elementos presentes en la empresa, debido al monitoreo permanente de sus partes esenciales por lo cual podrán operar continuamente hasta que la condición real de funcionamiento óptimo indique el fin de la vida útil de los mismos.



- Mayor disponibilidad operativa de los equipos, máquinas o elementos presentes en la empresa; por lo tanto, las paradas serán programadas solo cuando sea estrictamente necesario, sin interrupciones sorpresivas de la producción y sin problemas de un mantenimiento imprevisto.
- Bajos costos del seguro ya que el sistema de monitoreo programado garantiza la protección de los equipos, máquinas o elementos presentes en la empresa; por lo tanto, los riesgos asumidos son menores, esta característica implica una disminución en los costos de las pólizas del seguro.
- Se obliga al personal de mantenimiento de la empresa a dominar las diferentes fases del proceso realizado y obtener datos técnicos que permiten aplicar un método de trabajo riguroso y objetivo.
- Incremento de la utilidad de la empresa, ya que todas las ventajas anteriores enmarcan una disminución real de los costos por mantenimiento.

2.1.2.8. Desventajas Del Mantenimiento Predictivo (Carmona J. & Ochoa A., 2008)

- La principal desventaja del mantenimiento predictivo es la alta inversión inicial en instrumentos y equipos avanzados de medición portátil.
- Para realizar este tipo de mantenimiento se requiere disponer en la empresa del personal técnico calificado y con experiencia, que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos de monitoreo y emitir conclusiones en base a ellos, este trabajo requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.
- La implantación de este tipo de mantenimiento se justifica en máquinas, equipos o instalaciones, donde los paros repentinos del proceso o servicio prestado ocasionan grandes pérdidas, o donde las paradas innecesarias tienen un alto costo para la empresa.



2.1.2.9. Justificación Técnica Y Económica Del Mantenimiento Predictivo (Ordoñez Guerrero, 2006)

La justificación técnica del mantenimiento predictivo es evidente, basta para ello comparar las acciones cuando se realiza cualquier tipo de mantenimiento diferente como el mantenimiento correctivo o preventivo en los diferentes equipos, máquinas o elementos de la empresa.

Cuando se realiza únicamente un mantenimiento correctivo, el término “mantenimiento correctivo” es sinónimo de “reparación”. Esto no quiere decir que no pueda existir este tipo de intervenciones, de hecho, el fin último de todo tipo de mantenimiento es reparar o sustituir componentes dañados, con la finalidad de alargar la vida útil del equipo o elemento en cuestión, y para ello son inevitables las intervenciones correctivas. Sin embargo, es un error centrar todas las actuaciones de mantenimiento con esta única finalidad. Esto solo presenta una ventaja: “El costo de la inversión inicial es prácticamente nulo”; no obstante, genera serios inconvenientes como los que se indican a continuación:

- Paradas inesperadas, normalmente suelen ocurrir en el peor momento; es decir, cuando la producción debe ser mayor, o la demanda del servicio prestado aumenta.
- Estas paradas suelen ser catastróficas para muchas empresas cuyo corte de producción, o interrupción en la prestación de su servicio genera una cadena de problemas con otras empresas que dependen directa o indirectamente de ellas.
- Los costos de reparación del mantenimiento correctivo llegan a ser muy elevados.
- La necesidad de tener piezas de repuesto en almacén se incrementa ante la incertidumbre de no saber que puede fallar.
- Los riesgos de accidentes se incrementan.



- Se desconoce totalmente el estado real de los equipos y maquinarias.
- Se tratan las fallas crónicas como habituales sin descubrir el origen del problema, por ejemplo, si un componente o elemento que pertenece a una máquina o equipo se deteriora prematuramente y tomamos la rutina de sustituirlo sin analizar las causas de este hecho, estamos ocultando un posible problema que aparecerá reiteradamente hasta que sea plenamente identificado.

Por otro lado, el mantenimiento preventivo o programado, se basa en la sustitución de componentes cuando suponemos de manera teórica que se ha agotado la vida útil de los mismos. Este estudio teórico de la vida útil de los componentes que integran un equipo o una máquina lo suele suministrar el fabricante del equipo o maquinaria, quien normalmente incluye una amplia gama de mantenimiento preventivo, con indicación de sustitución de componentes aun cuando los mismos no presenten rasgos de deterioro o defectos. Sin embargo, el mantenimiento preventivo presenta también una serie de inconvenientes que se detallan a continuación:

- El principal inconveniente radica en intervenir un equipo o máquina que está funcionando
- correctamente, simplemente porque le toca una revisión. Los equipos y las máquinas adquieren con su funcionamiento un punto de equilibrio que es difícil de restablecer una vez que intervenimos en los mismos y con las actuaciones preventivas estamos modificando constantemente este punto de equilibrio del funcionamiento óptimo.
- Cuando se realiza una labor de mantenimiento preventivo sobre cualquier equipo o maquinaria, se cambian componentes que normalmente están en buen estado y se desconoce el estado real de los mismos hasta que se desmontan.



- Se pueden cambiar componentes de un equipo o maquinaria que han agotado su vida teórica y al mismo tiempo no detectar otros que se encuentran en mal estado. Es decir que, con el mantenimiento preventivo, no se tiene un control sobre los daños ocultos.
- En cuanto al costo por mantenimiento preventivo, este puede variar bruscamente como consecuencia de las frecuentes intervenciones en los diferentes equipos o máquinas siendo muchas de ellas innecesarias.

A pesar de que el mantenimiento predictivo presenta ciertos inconvenientes debido a los altos costos de inversión inicial en tecnología y entrenamiento del personal técnico calificado, la rentabilidad de dicha inversión a mediano y largo plazo es mayor que los otros tipos de mantenimiento y con las ventajas que el mismo ofrece.

En la Figura N°2.3, se muestra un gráfico que permite entender y visualizar los beneficios que representa el mantenimiento predictivo. Se trata de un gráfico de tendencias, en el eje de abscisas medimos tiempo de evolución de la falla, y en el eje de las ordenadas se evalúan las variables o los parámetros que indican la condición crítica que determina una falla, (incremento brusco en la temperatura, bajo nivel de aislamiento, alto nivel de ruido, otros). Por ejemplo, mientras la temperatura o algún otro parámetro de interés permanezca estable no tendremos por qué preocuparnos, es decir que el equipo está funcionando en condiciones normales, pero cuando ésta comience a subir de manera evolutiva en el tiempo, será un indicativo de que algo anda mal.

Si se establecen las técnicas de análisis apropiadas podremos determinar con extraordinaria precisión la causa del daño del equipo o la falla. Es importante establecer los puntos límites de alerta, alarma y falla, debido a la valiosa información que aportan. Existen diversas formas de establecerlos, siendo necesario siempre disponer de un

conjunto de datos históricos de mediciones que nos permitan realizar un estudio estadístico de las mismas.

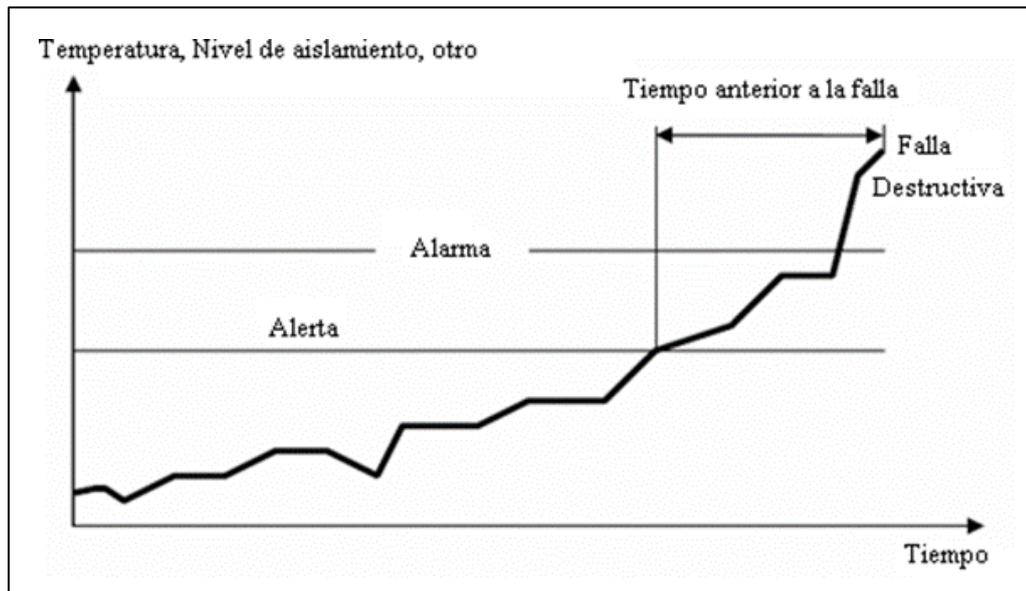


Figura N°2.3: Explicación Gráfica del Mantenimiento Predictivo.

Fuente: (Ordoñez Guerrero, 2006).

2.1.2.10. *Técnicas Aplicables En El Mantenimiento Predictivo*

Son muchas las técnicas que se pueden aplicar en el área del mantenimiento predictivo (Ordoñez Guerrero, 2006), siendo algunas de ellas las siguientes:

- Termografía.
- Ultrasonido.
- Análisis de vibraciones.
- Análisis de aceites.
- Análisis espectral de intensidades de corriente.
- Análisis del flujo de dispersión.
- Ensayos de aislamiento de motores.
- Descargas parciales.
- Ensayos no destructivos (END) y otras.



En el presente trabajo se estudiará la primera técnica, es decir la termografía. Debido a que esta técnica permite la detección de puntos calientes de los diferentes componentes que se encuentran en funcionamiento, ya que constituye una parte esencial del objetivo que se desea alcanzar.

2.1.2.11. Termografía

El término “termografía” se deriva de raíces semánticas que significan “imagen de la temperatura”.

La termografía es una técnica que permite medir temperaturas exactas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar. Mediante la captación de la radiación infrarroja del espectro electromagnético, utilizando cámaras termográficas o de termovisión, se puede convertir la energía radiada en información sobre temperatura (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

El análisis termográfico es una técnica de mantenimiento predictivo cada vez más usada en las industrias la cual permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión. La física permite convertir las mediciones de la radiación infrarroja en medición de temperatura y pueden ser aplicadas en cualquier situación donde un problema o condición pueda ser visualizado por medio de una diferencia de temperatura (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

2.1.2.12. Termografía Infrarroja

La termografía por infrarrojos es la ciencia que estudia el uso de dispositivos óptico electrónico para detectar y medir radiación a partir de la cual se obtiene la temperatura de las superficies bajo estudio (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

La temperatura y el comportamiento térmico de la maquinaria es un factor crítico en el mantenimiento industrial. La medición de temperatura por no contacto usando sensores infrarrojos ha llegado a ser una alternativa creciente sobre otros métodos



convencionales. La termografía o imágenes térmicas infrarrojas se utilizan como un método eficaz de ensayo no destructivo y forma parte importante del mantenimiento predictivo (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

2.1.2.13. Principios básicos de la termografía infrarroja:

2.1.2.13.1. Temperatura y calor (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016)

La temperatura es una medida de la energía cinética promedio de los átomos y moléculas individuales de una sustancia. Se dice que dos objetos están en equilibrio térmico sí y solo sí tienen la misma temperatura. Entonces, la temperatura es una medida de la actividad molecular.

Mientras que el calor se define como la energía cinética total de todos los átomos o moléculas de una sustancia. El calor y la temperatura están relacionados entre sí, pero son conceptos diferentes. El calor es la energía total del movimiento molecular en una sustancia, mientras que la temperatura es una medida de la energía molecular promedio.

El calor depende de la velocidad de las partículas, su número, su tamaño y su tipo.

La temperatura no depende del tamaño, del número o del tipo.

En toda la naturaleza cuando se transfiere calor a un cuerpo, éste puede experimentar diferentes cambios los cuales definen el tipo de calor. Los tipos de calor más comunes son:

- **Calor sensible:** Durante la transferencia de calor ocurre un cambio de entalpía directamente asociada a un cambio en la temperatura.
- **Calor latente:** El cambio de entalpía es caracterizado por un cambio de fase a temperatura constante.
- **Calor de reacción:** El calor es liberado o requerido por una reacción química.
- **Calor eléctrico:** Es el calor que se transfiere a causa del paso de una corriente eléctrica a través de un material.

2.1.2.13.2. Fundamentos De La Teoría Térmica (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016)

- a. Transferencia de calor.** La transferencia de calor es el paso de la energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura, producido por dicha diferencia.
- b. Métodos de transferencia de calor.** La energía térmica se puede transferir por tres métodos distintos: por conducción, por convección o por radiación. En la Figura N°2.4, se pueden observar los tres métodos de transferencia de calor, conducción, convección y radiación.

b.1. Conducción. Es la transferencia de energía desde cada porción de materia a la materia adyacente por contacto directo, sin intercambio, mezcla o flujo de cualquier material. La transmisión de calor por conducción puede tener lugar entre diferentes objetos que están en contacto, y en el lugar interior de los objetos. No importa el tipo de material.

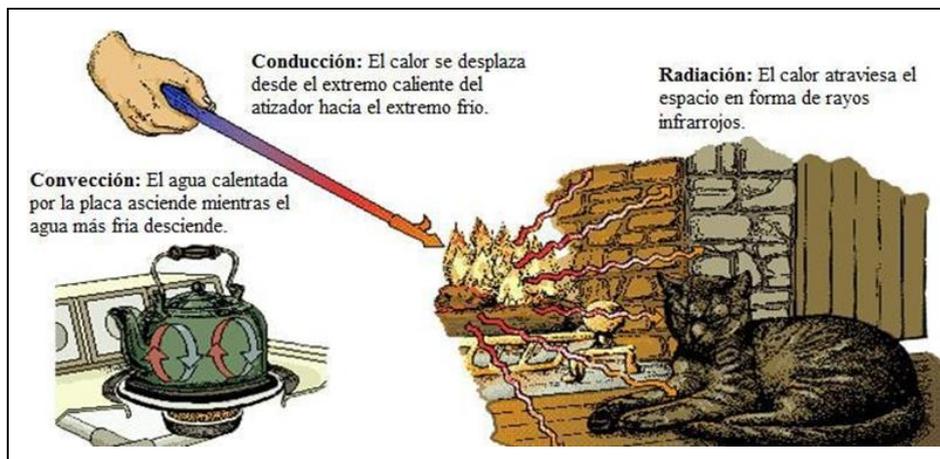


Figura N°2.4: Métodos de Trasterencia de Calor.

Fuente: (Diaz Tapia, 2018).

b.2. Convección. Es la transferencia de energía mediante la mezcla íntima de distintas partes del material: se produce mezclado e intercambio de materia. Para una persona que vaya a tomar temperaturas a base de termografía es de suma



importancia comprender la transmisión de calor por convección, porque, aunque siempre se suele estudiar sólidos, los campos de temperatura en los sólidos se ven muy afectados también por la convección, puesto que la mayoría de gases son invisibles para la cámara infrarroja, en las pocas ocasiones en las que se puede visualizar el proceso de convección directamente es en la superficie de los líquidos.

Existen dos tipos de convección y son: convección natural y convección forzada.

- **Convección natural:** El origen del mezclado es la diferencia de densidades que acarrea una diferencia de temperatura.
- **Convección forzada:** La causa del mezclado es un agitador mecánico o una diferencia de presión (ventiladores, compresores, etc.) impuesta externamente.

b.3. Radiación. La radiación es la transferencia de energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, esta energía es producida por los cambios de los átomos o moléculas constitutivas y transportadas por ondas electromagnéticas o fotones, por lo que recibe el nombre de radiación electromagnética.

- **Radiación térmica.** La radiación térmica es una forma de radiación electromagnética. Los cuerpos emiten radiación térmica como consecuencia de su temperatura. Puesto que todos los objetos tienen una temperatura, todos emiten radiación térmica. A una mayor temperatura, mayor será la cantidad de radiación térmica emitida. La radiación térmica fácilmente se propaga a través de los gases, pero con mucha alta dificultad, o incluso bloqueada por la mayoría de los líquidos y sólidos.



- **Radiación infrarroja.** Las radiaciones infrarrojas se encuentran entre las zonas visibles e invisibles del espectro electromagnético. La principal fuente de radiación infrarroja es el calor o radiación térmica.

Cualquier objeto que tenga una temperatura por encima del cero absoluto (-273.15°C ó 0°K) emite una radiación en la zona de infrarrojos. Incluso aquellos objetos que se pudiera pensar están fríos como el hielo, emiten radiación. Existe exposición a la radiación infrarroja cada día. El calor que se siente por el sol, por el fuego o por un radiador también es infrarrojo. Cuanto más caliente esté el objeto, mayor cantidad de radiación infrarroja emitirá.

Tanto la conducción como la convección requieren la presencia de materia para transferir calor. El calor es una forma de radiación como la luz, pero la longitud de onda más larga conocida como radiación.

2.1.2.13.3. *El espectro electromagnético.*

El espectro electromagnético se divide arbitrariamente en diversas zonas con distintas longitudes de onda llamadas bandas, que se distinguen por los métodos utilizados para producir y detectar la radiación. No existen diferencias fundamentales entre la radiación de las distintas bandas del espectro electromagnético. Todas ellas están regidas por las mismas leyes y las únicas diferencias son las debidas a las diferencias en la longitud de la onda (Carmona J. & Ochoa A., 2008).

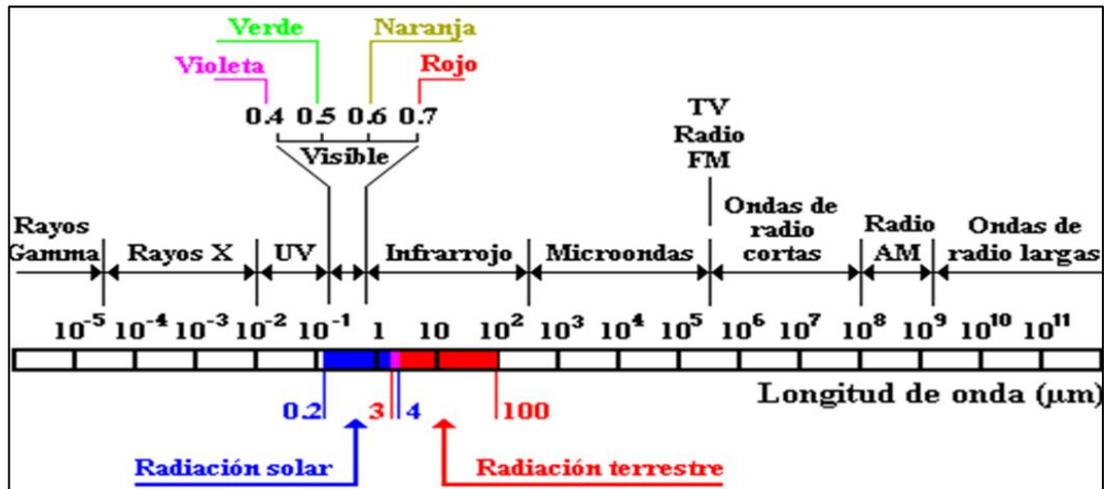


Figura N°2.5: Espectro Electromagnético.

Fuente: (SEMAPI, 2019).

Como podemos observar en la Figura N°2.5, el rango visible es únicamente de 0,4 a 0,7 μm , es por eso que la cámara termográfica amplía el rango infrarrojo que es “invisible” para nuestra a vista, a las ondas electromagnéticas del rango visible. También se puede observar que el espectro infrarrojo se extiende de 0.7 hasta alrededor de 20 μm .

Los equipos termográficos utilizan el espectro infrarrojo, el cual abarca de 2 a 1000 μm , para convertir la energía infrarroja que irradia el cuerpo a su respectivo termograma y su posterior análisis. Sin embargo, la gran parte del espectro infrarrojo no es utilizado por los sensores termográficos ya que la radiación es absorbida por el vapor de agua y el dióxido de carbono de la atmósfera (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016).

Desde el espectro visible hasta el espectro infrarrojo se presentan tres longitudes de onda diferentes, (banda infrarroja de longitud de ondas largas LWIR, banda infrarroja de longitud de ondas medias MWIR y banda infrarroja de longitud de ondas cercanas NIR o SWIR), en las cuales se basan los sensores termográficos, pero eso no significa que los tres sean de utilidad (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016).

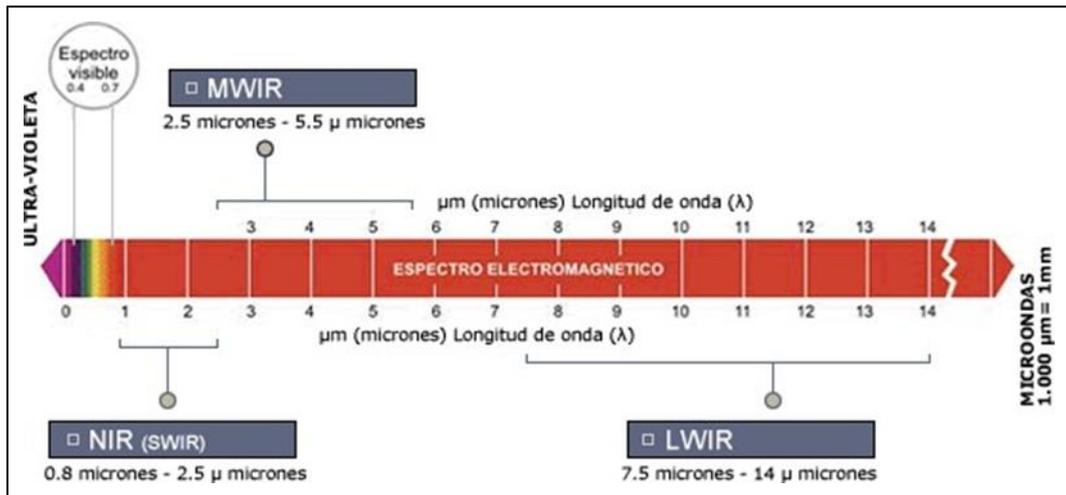


Figura N°2.6: Rangos del Espectro Electromagnético.

Fuente: (Infrarroja, 2019)

En la Figura N°2.6, observamos los rangos de cada una de las bandas infrarrojas. Notamos que la banda de longitudes de ondas largas LWIR posee una mayor región (7.5 a 14 μm) la cual es ideal para temperaturas bajas. La banda de longitudes de ondas medias MWIR abarca una región menor del espectro (2,5 a 5,5 μm), pero a diferencia de la anterior esta banda es apropiada para temperaturas mayores.

a. Emisividad

La emisividad es la relación de radiación infrarroja emitida por un objeto, a temperatura y banda espectral, determinadas en comparación con la energía emitida por un radiador perfecto (cuerpo negro), a la misma temperatura y banda espectral (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016).

$$\varepsilon = \frac{W_{CR}}{W_{CN}}, \text{ con } \text{parametros } 0 \leq FC \leq 1 \quad (\text{Ec. 4})$$

ε : Emisividad (la emisividad de un cuerpo negro perfecto es la unidad $\varepsilon = 1$)

W_{CR} : Radiación emitida por la superficie de un objeto.

W_{CN} : Radiación emitida por un cuerpo negro.

La comprensión de la emisividad de un objeto, o su característico “resplandor” o “brillo” es un componente crítico en el manejo apropiado de la medición

infrarroja. Hay muchas variables que afectan la emisividad de un objeto específico, tales como la longitud de onda, el campo de visión, la forma geométrica y la temperatura. Las superficies donde se tiene que hacer ajuste de emisividad para medir correctamente la temperatura son las que tengan mucha reflexión, acabado tipo espejo o que brillen considerablemente (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016).

Todos los objetos reflejan, transmiten y emiten energía (Figura N°2.7). Sólo la energía emitida indica la temperatura del objeto. Cuando los termómetros IR y las cámaras termográficas miden la temperatura de las superficies, detectan los tres tipos de energía, por lo tanto, ambos instrumentos deben ajustarse para que sólo lean la energía emitida. Los errores de medición son frecuentemente causados por energía infrarroja que se refleja en fuentes de luz.

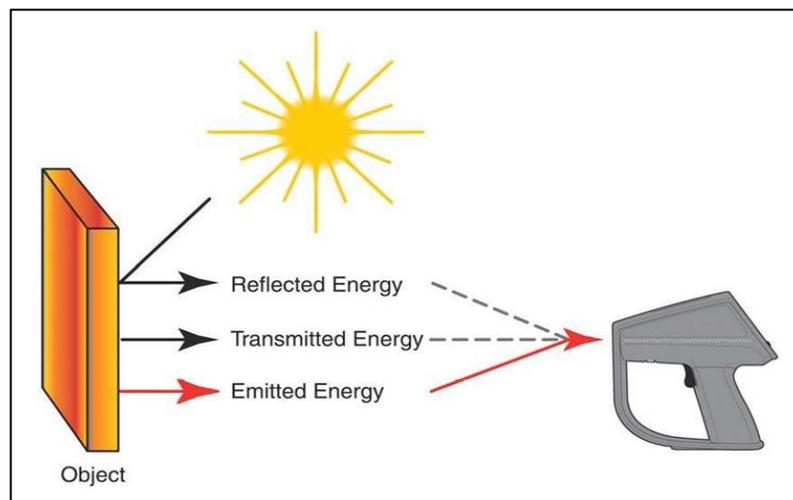


Figura N°2.7: Energía que Refleja, Transmite y Emite un Objeto.

Fuente: (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016)

b. Valores Típicos de Emisividad (Yañez Nieto & Martínez Roldán, 2009)

Las Tablas 2 y 3 proporcionan referencias para estimar la emisividad y pueden ser utilizadas cuando no se disponga del tiempo o los medios para determinar el valor de emisividad de manera experimental. Los valores de emisividad que se muestran



en las tablas son aproximados. Alguno o todos los parámetros que se enumera a continuación pueden afectar la emisividad de un objeto:

- **El material:** Distintos tipos de materiales en un termograma tendrán distintas emisividades, lo cual crea una confusión en la imagen.
- **La superficie:** La superficie del objeto afecta directamente a la emisividad, pues puede haber imperfecciones, corrosión, etc.
- **La geometría:** La forma del objeto nos afecta a la emisividad, porque puede poseer agujeros, ángulos, etc.
- **El ángulo de visión:** se recomienda no colocarse frente al objeto, ya que se produce un reflejo de la persona sobre el objeto.
- **La longitud de onda:** Las emisividades de superficies idénticas pueden variar entre cámaras de longitudes de onda corta o larga.
- **La temperatura:** El propio incremento de temperatura del cuerpo puede afectar a la emisividad, así, por ejemplo, los metales incrementan su emisividad con el aumento de la temperatura.

Para optimizar la precisión de la medición de la temperatura se debe tener en cuenta lo siguiente:

- I. Determinar la emisividad del objeto para el rango espectral del instrumento que va a utilizar para la medición.
- II. Evitar los reflejos protegiendo el objeto de fuentes cercanas de alta temperatura.
- III. Para objetos a temperaturas más elevadas, se deben utilizar instrumentos de longitud de onda más corta, siempre que sea posible.

- IV. Para materiales semitransparentes como las películas de plástico y el vidrio, se debe asegurar que el fondo sea uniforme y de temperatura inferior a la del objeto.
- V. Mantener el instrumento en posición perpendicular a la superficie, siempre que la emisividad sea inferior a 0.9.

Tabla N°2.1: Valores de Emisividad para Metales.

Material		Emisividad		
		1.0 μ m	1.6 μ m	8-14 μ m
Molibdeno				
	Oxidado	0.5-0.9	0.4-0.9	0.2-0.6
	Sin oxidar	0.25-0.35	0.1-0.35	0.1
Monel(Ni -Cu)		0.3	0.2-0.6	0.1-0.14
Níquel				
	Oxidado	0.8-0.9	0.4-0.7	0.2-0.5
	Electrolítico	0.2-0.4	0.1-0.3	n.r.
Platino				
	Negro	n.r.	0.95	0.9
Plata		n.r.	0.02	n.r.
Acero				
	Laminado en frío	0.8-0.9	0.8-0.9	0.7-0.9
	Lámina afilada	n.r.	n.r.	0.4-0.6
	Lámina pulida	0.35	0.25	0.1
	Fundido	0.35	0.25-0.4	n.r.
	Oxidado	0.8-0.9	0.8-0.9	0.7-0.9
	Inoxidable	0.35	0.2-0.9	0.7-0.8
Estaño (sin oxidar)		0.25	0.1-0.3	n.r.
Titano				
	Pulido	0.5-0.75	0.3-0.5	n.r.
	Oxidado	n.r.	0.6-0.8	0.5-0.6
Tungsteno		n.r.	0.1-0.6	n.r.
	Pulido	0.35-0.4	0.1-0.3	n.r.
Zinc				
	Oxidado	0.6	0.15	0.1
	Pulido	0.5	0.05	n.r.
Aluminio				
	Sin oxidar	0.1-0.2	0.02-0.2	n. r. ¹⁰
	Oxidado	0.4	0.4	0.4
	Aleación A3003			
	Oxidado	n.r.	0.4	0.3
	Áspero	0.2-0.8	0.2-0.6	0.1-0.3
	Pulido	0.1-0.2	0.02-0.1	n.r.



Material		Emisividad		
		1.0 μ m	1.6 μ m	8-14 μ m
Latón				
	Pulido	0.8-0.95	0.01-0.05	n.r.
	Barnizado	n.r.	n.r.	0.3
	Oxidado	0.6	0.6	0.5
Cromo		0.4	0.4	n.r.
Cobre				
	Pulido	n.r.	0.03	n.r.
	Áspero	n.r.	0.05-0.2	n.r.
	Oxidado	0.2-0.8	0.2-0.9	0.4-0.8
	Terminales Eléctricas	n.r.	n.r.	0.6
Oro		0.3	0.01-0.1	n.r.
Aleación Haynes		0.5-0.90	0.6-0.9	0.3-0.8
Inconel				
	Oxidado	0.4-0.9	0.6-0.9	0.7-0.95
	Lijado con Arena	0.3-0.4	0.3-0.6	0.3-0.6
	Electro pulido	0.2-0.5	0.25	0.15
Hierro				
	Oxidado	0.4-0.8	0.5-0.9	0.5-0.9
	Sin oxidar	0.35	0.1-0.3	n.r.
	Herrumbroso	n.r.	0.6-0.9	0.5-0.7
	Fundido	0.35	0.4-0.6	n.r.
Hierro, colado				
	Oxidado	0.7-0.9	0.7-0.9	0.6-0.95
	Sin oxidar	0.35	0.3	0.2
	Fundido	0.35	0.3-0.4	0.2-0.3
Hierro, dulce				
	En bruto	0.9	0.9	0.9
Plomo				
	Pulido	0.35	0.05-0.2	n.r.
	Áspero	0.65	0.6	0.4
	Oxidado	n.r.	0.3-0.7	0.2-0.6
Magnesio		0.3-0.8	0.05-0.3	n.r.
Mercurio		n.r.	0.05-0.15	n.r.

Fuente: (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016).

Tabla N°2.2: Valores de Emisividad para No Metales.

Material		Emisividad		
		1.0 μ m	1.6 μ m	8-14 μ m
Asbesto		0.9	0.9	0.95
Asfalto		n. r. ¹²	0.95	0.95
Basalto		n.r.	0.7	0.7
Carbono				
	Sin oxidar	0.8-0.95	0.8-0.9	0.8-0.9
	Grafito	0.8-0.9	0.7-0.9	0.7-0.8
Carborundum		n.r.	0.9	0.9
Cerámica		0.4	0.85-0.95	0.95
Barro		n.r.	0.85-0.96	0.95
Cemento		0.65	0.9	0.95
Tejido		n.r.	0.95	0.95
Vidrio				
	Placa	n.r.	0.98	0.85
	Fundido (gota)	n.r.	0.9	n.r.

Fuente: (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016).

Observación: El valor de la emisividad fijada y predeterminada para la mayoría de materiales orgánicos y superficies pintadas u oxidadas, oscila entre 0.85 y 0.95.

c. Propiedades de la radiación (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016)

- **Absorción α (alfa):** Es la fracción de la radiación que es absorbida por un material.
- **Reflectividad ρ (rho):** Fracción de la radiación incidente reflejada por una superficie.
- **Transmisividad τ (tau):** Es la relación entre la energía transmitida por un cuerpo a la radiación incidente sobre el mismo.
- **Flujo radiante:** Cantidad de energía radiante emitida, transmitida o recibida por unidad de tiempo.
- **Densidad de flujo radiante Φ :** Flujo radiante por unidad de área.
- **Irradiancia:** Densidad de flujo radiante incidente sobre una superficie.
- **Emitancia radiante (ϵ):** Densidad de flujo radiante emitido por una superficie.

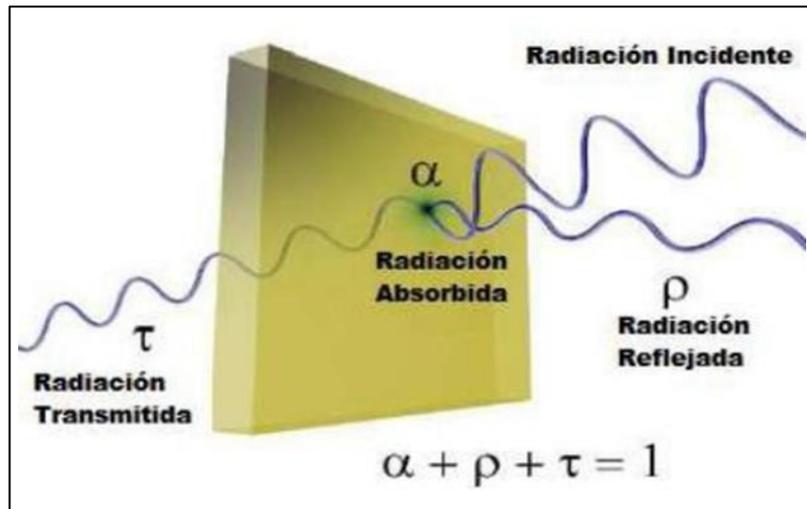


Figura N°2.8: Representación de la Radiación que Incide Sobre un Objeto Real.

Fuente: (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016).

2.1.2.14. *Aplicaciones Generales De La Termografía Infrarroja*

Las termografías pueden ser aplicadas en cualquier situación donde un problema o condición pueda ser visualizado por medio de una diferencia de temperatura. Una termografía puede tener aplicación en cualquier área siempre y cuando esta tenga que ver con variación de temperatura (EcuRed, 2010) .

La termografía posee una gran variedad de aplicaciones, por lo cual mencionar cada una de ellas resultaría demasiado extenso, a continuación (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016), se señalan algunas de las aplicaciones más importantes:

a. Sistemas de Distribución Eléctrica:

- Inspecciones de Subestaciones Eléctricas y Transformadores de Potencia.
- Inspección de tableros de Control y Fuerza de Maquinaria en General.
- Inspecciones de Generadores Eléctricos.
- Líneas de Distribución rurales y urbanas.
- Inspecciones de Motores Eléctricos.
- Inspección de conectores e interruptores de potencia.

b. Moldeo por inyección de plásticos:



- Detección de fallas en sistemas de enfriamiento de moldes.
- Reducción de ciclo de moldeo, al mejorar los tiempos de enfriamiento, por medio del análisis de temperaturas de las partes moldeadas.
- Mejoras al diseño del sistema de enfriamiento en moldes.
- Detección de fallas eléctricas en tableros de control y fuerza.

c. Desarrollo y Estructura de Edificios:

- Inspección de pérdida de energía térmica para Edificios (plantas, hoteles, etc.).
- Evaluación de la humedad para Edificios (plantas, hoteles, etc.).
- Inspecciones de integridad del concreto.
- Inspecciones en pisos sobrecalentados, localización de fugas y distribución de temperatura.
- Identifica pérdidas y fugas de energía.
- Localiza cables o tuberías sobrecalentados.

d. Sistema de Techado:

- Detección de Goteras para edificios y naves industriales.
- Identifica partes de techos dañados por el agua de una manera rápida y eficientemente.
- Documenta problemas antes de que las garantías u obligaciones expiren.

e. Sistemas Mecánicos:

- Calderas.
- Inspección de quemadores por distribución de planta.
- Vista de la eficiencia de combustión de combustibles.
- Detecta diseños térmicos en tubos de Calderas y mide la temperatura de estas, mientras se encuentran operando normalmente o cuando los Calderas se encuentran en stand-by.



- Escanea y graba las temperaturas en áreas de Calderas no monitoreadas.
- Detección de fugas de gas en calderas de generación.
- Evaluación de equipos de aire acondicionado y calefacción.
- Detección de fugas en el aislamiento en equipos de refrigeración.

f. Aplicaciones petroquímicas:

- Evalúa el proceso de refinería.
- Detecta la fuga o pérdida del aislamiento en el proceso de refinería.
- Evalúa la calidad y eficiencia de intercambiadores de temperatura.
- Inspecciona el aislamiento del horno refractario.
- Evalúa la flama interna del horno e inspecciona el tubo.
- Analiza la propagación de la explosión de la flama.

g. Equipo Electrónico:

- Evaluación de circuitos impresos y detección de problemas.
- Mapas térmicos de semiconductores en tarjetas electrónicas.
- Evaluación de componentes en tarjetas electrónicas.
- Inspección de partes rechazadas en manufactura.
- Inspección de circuitos híbridos.
- Inspección de uniones soldadas.

h. Aplicaciones Ambientales:

- Localización de áreas de acumulación de desechos antiguos.
- Localización de tanques bajo tierra en zonas industriales.
- Localiza y monitorea derrames de aceite.

i. Aplicaciones Aeroespaciales:

- Ingreso de agua en aeroplanos, control de las superficies y aletas.
- Diagnóstico de llantas y sistema de frenos.



- Diagnóstico de parabrisas y superficie de alas.
- Identificación y localización de puntos de corrosión y de grietas.
- Localización de laminación en materiales y áreas despegadas.

j. Aplicaciones Médicas:

- Localización de Tumores, enfermedades de la espalda.
- Auxiliar para Dentistas
- Evaluación de heridas de deporte, progresión de terapia.
- Examinación de heridas equinas (para caballos), cojera.

k. Aplicaciones Aéreas:

- Inspección de tuberías, localización de fugas, corrosión, áreas agrietadas.
- Inspecciones ambientales, exceso de contaminación, calentamiento térmico en áreas de confinamiento de basura.
- Localización de incendios.
- Inspecciones aéreas eléctricas de alto voltaje para líneas de transmisión.
- Búsqueda y rescate.
- Búsqueda de sobrevivientes.

l. Turbinas de Vapor y Generadores Hidroeléctricos:

- Localización de fallas internas laminares en el núcleo del estator.
- Auxiliar en el mantenimiento y control de calidad durante la reparación del núcleo del estator.
- Obtención de imagen térmica del estator que sirve como una estadística permanente de la condición del estator después de una reparación.

2.1.2.15. *Ventajas Y Desventajas De La Termografía Infrarroja*

- a. Ventajas de la termografía infrarroja.** La termografía, como mencionamos anteriormente la termografía infrarroja es una herramienta ideal en una gran



variedad de aplicaciones (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016), la cual nos brinda ventajas como, por ejemplo:

- Las inspecciones se realizan a distancia y sin contacto con el objeto, lo cual disminuye el riesgo de accidentes para el personal que opera la cámara termográfica.
- No es necesario poner fuera de servicio a las instalaciones.
- Con este método se puede determinar con exactitud el elemento defectuoso.
- Permite cuantificar la gravedad del defecto, para programar las acciones de mantenimiento en el momento más oportuno.
- Aumenta la vida útil del equipo, reduciendo gastos por mantenimiento correctivo.

b. Desventajas de la termografía infrarroja. Pero la termografía infrarroja también tiene sus desventajas o inconvenientes en algunas de las aplicaciones mencionadas (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016), las cuales pueden ser:

- Capacidad limitada para la identificación de defectos internos, ya que el elemento defectuoso no puede manifestarse externamente por incremento de temperatura.
- Reflejos solares pueden provocar errores en la detección de fallas.
- El estado de carga puede influenciar en el momento de determinar la gravedad de la falla.
- Elevado costo del equipo, así como de la capacitación del personal (Termógrafo).

2.1.2.16. Cámara Termográfica

La cámara termográfica permite conocer la distribución térmica superficial de un objeto, sin necesidad de contacto y con una alta precisión. Esta tecnología ha tenido un desarrollo exponencial en los últimos años y actualmente se emplea en innumerables aplicaciones, desde la Medicina hasta la industria (Picazo Rodenas, 2016).

Se puede definir una cámara termográfica como un dispositivo que, a partir de las emisiones de infrarrojos medias del espectro electromagnético de los cuerpos detectados, forma imágenes luminosas visibles por el ojo humano. Las cámaras infrarrojas operan con longitudes de onda en la zona del infrarrojo térmico, que se considera entre 3 μm y 14 μm (Picazo Rodenas, 2016).

2.1.2.17. Partes Que Componen Una Cámara Termográfica (Gomez Nieto, 2004)

El funcionamiento de una cámara termográfica consiste básicamente en detectar la energía infrarroja de un objeto, convertirla en señales eléctricas y procesarlas para producir una imagen térmica que es visualizada en la pantalla.

Detectar el calor de un cuerpo se puede hacer de manera precisa con el fin de hacer un monitoreo térmico e identificar y evaluar la temperatura del objeto. Una cámara termográfica consta de tres partes principalmente:

- a. **Receptor óptico:** Está compuesto por el lente, los filtros y el diafragma.
 - **El lente:** es por acá por donde entra la energía infrarroja emitida por el objeto, el lente está hecho de un material transparente a la radiación infrarroja (Germanio o el Silicio) y son revestidos con anti - reflexivos para mejora sus características ópticas y aumentar la eficiencia de transmisión de energía.
 - **El diafragma:** Es denominado unidad de apertura y permite seleccionar la cantidad de energía que ingresa al sistema, la apertura se selecciona de acuerdo al nivel de temperatura que se desea observar.
 - **El filtro:** Permite seleccionar la calidad de energía infrarroja que ingresa al sistema. Normalmente no se usa filtro, pero puede ser necesario un filtro especial cuando se desea ver y medir las temperaturas en termocuplas de piel de tubo en hornos, donde se deben eliminar los efectos perturbadores de la llama, los gases calientes, de igual manera se utilizan para eliminar supuestos puntos calientes



provocados por reflejos cuando se hacen inspecciones en lugares abiertos; de manera que el filtro elimina las longitudes de onda no deseadas.

- b. Detector infrarrojo:** Convierte la energía radiada en una señal eléctrica que posteriormente será procesada. Los detectores están contruidos con materiales semiconductores y operan a muy bajas temperaturas para evitar interferencias (por ruido térmico) y así obtener una relación señal/ruido que corresponda a la alta sensibilidad que poseen estas cámaras. La radiación infrarroja procedente de una gama específica de longitudes de onda golpea el óxido de vanadio y modifica su resistencia eléctrica. Los cambios de temperatura de la escena provocan cambios en la temperatura del bolómetro que se traducen en señales eléctricas y se procesan, para convertirlas en una imagen (PETTIWEG).
- c. Microprocesador y electrónica de control:** se encargan de manejar la salida de la imagen generada a partir de la interacción de los fotones de la energía emitida por el objeto y los electrones del material detector que genera una señal eléctrica proporcional a la energía que ingresa al sistema. Dentro de la cámara están ubicados cuerpos negros de referencia con los que se hace una comparación varias veces por segundo para así mantener un control permanente sobre la compensación (offset) y la ganancia, haciendo de la cámara un instrumento de altísima precisión en la medición de temperaturas (Gomez Nieto, 2004).

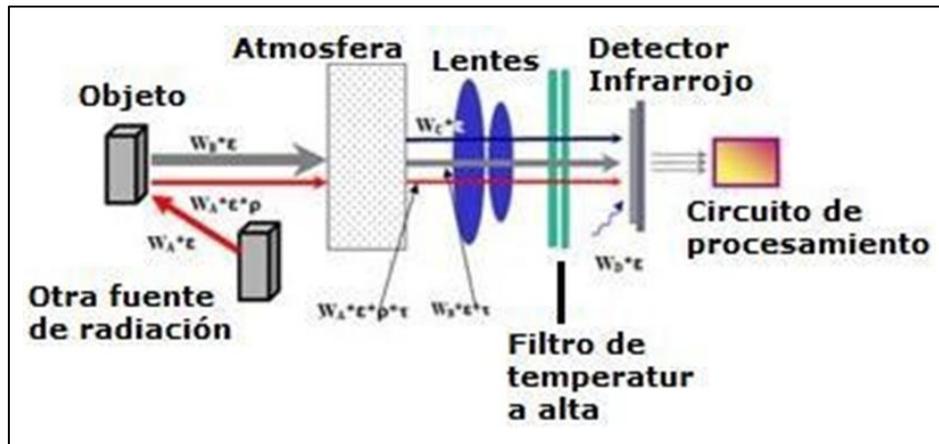


Figura N°2.9: Partes de una Cámara Termográfica.

Fuente: (VICO, 2019).

2.1.2.18. Principales Características De Una Cámara Termográfica (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011)

Las principales características que se deben tener en cuenta a la hora de elegir una cámara termográfica para aplicaciones de mantenimiento predictivo son:

- **Sensibilidad térmica.** Indica la diferencia de temperatura que es capaz de detectar la cámara y la unidad de medida es el miliKelvin; donde se hace referencia al ruido equivalente a la menor temperatura, también llamada NETD (Noise Equivalent Temperature Difference), en aplicaciones de ensayos no destructivos es muy importante, cuanto más bajo es el NETD mejor se puede detectar un contraste térmico significativo observable emergiendo por sobre el ruido del sistema, mayor será el detalle del objetivo y será capaz de detectar menores diferencias de temperatura, en cámaras con sensores bolométricos es del orden de 50 – 100mK.
- **Precisión.** Es la medida de dispersión de las temperaturas medidas a un objeto con respecto a su verdadera temperatura. Las cámaras actuales alcanzan precisiones de $\pm 2^\circ\text{C}$ o $\pm 2\%$.



- **Resolución espacial.** Es el campo de visión instantáneo o IFOV (Instantaneous Field of View). Se expresa en miliradianes y hace referencia al área cubierta por un sensor remoto en un determinado momento. Depende del tamaño del detector y del lente. Esta característica es de gran importancia cuando se buscan defectos de tamaño reducido. Escoja la más alta resolución hasta donde su presupuesto lo permita, este es un elemento más importante de una cámara infrarroja, que le dará mejores resultados.
- **Frecuencia de la imagen.** Elemento muchas veces no tomado en cuenta, pero que es vital para un mejor desempeño. Existen frecuencia de imagen de 9Hz, 30Hz, 50Hz y 60 Hz. Cuando menor es la frecuencia de imagen el costo es menor, porque son de imágenes cuadro por cuadro, no recomendable si las inspecciones son de constante movimiento u objetos a larga distancia. Escoja siempre una cámara de 60Hz porque son de imagen a tiempo real, es decir, no existe retardo en las imágenes y facilita las inspecciones.
- **Rango de temperatura.** El rango de temperatura depende de la aplicación que le vas a dar a tu cámara infrarroja, si solo son aplicaciones eléctricas suficiente con un rango de -20°C a 350°C (si un metal sobre pasa los 400°C a más no necesitas una cámara infrarroja por que a simple vista veras el metal al rojo vivo). Pero, si las inspecciones son a calderas, hornos o equipos de altas temperaturas, necesitas rangos hasta los 2000°C , claro que el costo de la cámara Ir se incrementará.

2.1.2.19. ¿Cómo Funciona Una Cámara Termográfica? (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011)

Cuando se hace una inspección termográfica y se pone la cámara delante del objeto a estudiar, esta absorbe energía infrarroja que luego es procesada con el fin de obtener una imagen térmica donde se pueda leer la temperatura real.

La lectura de la temperatura que se observa en la pantalla de la cámara se calcula teniendo en cuenta una serie de parámetros que están presentes en el ambiente donde se realiza la inspección termográfica.

Para que la cámara pueda hallar la temperatura real hay que tener en cuenta:

- Que el objeto no emite solo su energía propia, sino también refleja; la cámara debe incluir dentro de los cálculos que hace internamente este fenómeno basado en los valores de temperatura ambiente reflejada y la emisividad de la superficie del objeto, datos que el termógrafo debe medir y tener en cuenta a la hora de hacer la inspección.
- Que parte de la energía emitida por el objeto es absorbida por la atmosfera, para eliminar este efecto la cámara debe tener en cuenta la distancia al objeto a inspeccionar, la humedad relativa y la temperatura atmosférica.

En la Figura N°2.10, muestra de manera general como funciona una cámara termográfica. Parte de la energía saliente del objeto a inspeccionar es absorbida por la atmosfera, la temperatura que se mida en ese momento será una temperatura aparente.

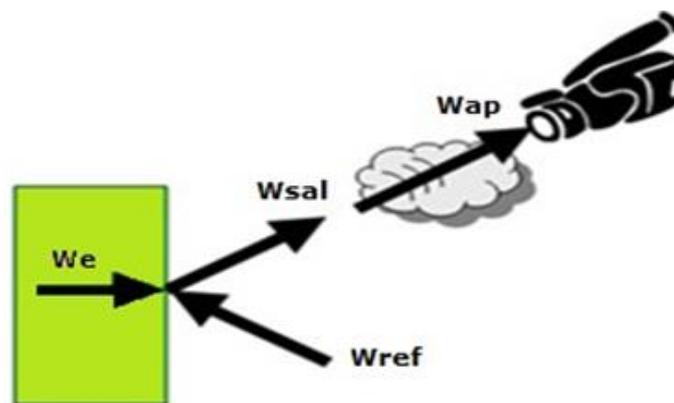


Figura N°2.10: Esquema de Funcionamiento de las Cámaras Termográficas.

Fuente: (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

La cámara lee la imagen infrarroja aparente (W_{ap}) que llega y calcula la energía infrarroja que sale del objeto (W_{sal}), basado en los datos de distancia al objeto, humedad relativa y temperatura atmosférica, luego resta la energía infrarroja reflejada (W_{ref}) y de



esta manera estima la energía infrarroja emitida por el objeto (W_e) basado en los datos de temperatura ambiente reflejada y emisividad de la superficie del objeto.

2.1.2.20. Inspección De Termografía

La inspección de termografía es un análisis instrumental para definir y precisar las condiciones específicas de un equipo y sus partes, a través del comportamiento de las temperaturas de operación. Esta es una prueba no destructiva que permite, mediante la implementación de un programa mensual, trimestral, semestral o anual de inspecciones, minimizar la probabilidad de fallas. El informe resultante de una inspección termográfica incluye la descripción de los equipos o elementos que están operando en condiciones anormales de temperatura, una imagen digital y térmica de su ubicación, en la que se incluye el cuadro de temperaturas de referencia, la clasificación del tipo de falla si aplica, las recomendaciones a seguir para eliminarla, y adicionalmente si se tiene el historial se entregarían las curvas de tendencial (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

2.1.2.20.1. Formas De Inspección Termográficas

Existen dos métodos de análisis con termografía infrarroja, cualitativo y cuantitativo.

- a) **Inspección termográfica cualitativa.** Este método consiste en obtener imágenes de la radiación infrarroja de un sistema, objeto o proceso para su posterior análisis y a sí revelar la presencia de anomalías, determinar su posición y presentar informes de la información adquirida (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

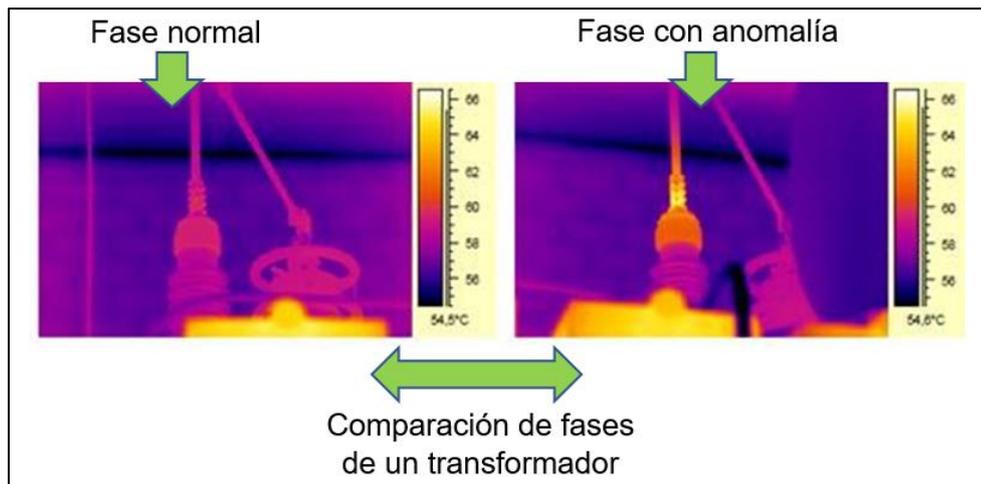


Figura N°2.11: Termogramas de un Transformador Analizado con un Método Cualitativo.

Fuente: (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

En la Figura N°2.11 se encuentran los termogramas de dos fases de un transformador. En la inspección cualitativa se analiza si existe una anomalía, donde se encuentra y la forma del gradiente térmico. Se hace una comparación entre las fases más cercanas y se concluye que la fase de la derecha presenta un punto caliente y el gradiente térmico de las dos fases es diferente, por lo tanto existe una anomalía en una de las fases (derecha) y la otra tiene un comportamiento normal para la carga existente.

- b) Inspección termográfica cuantitativa.** Este método mide la temperatura en la imagen térmica para diagnosticar la severidad de la falla, teniendo en cuenta factores como la carga, el viento, etc., y así establecer su prioridad a la hora de efectuar el mantenimiento correctivo respectivo (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

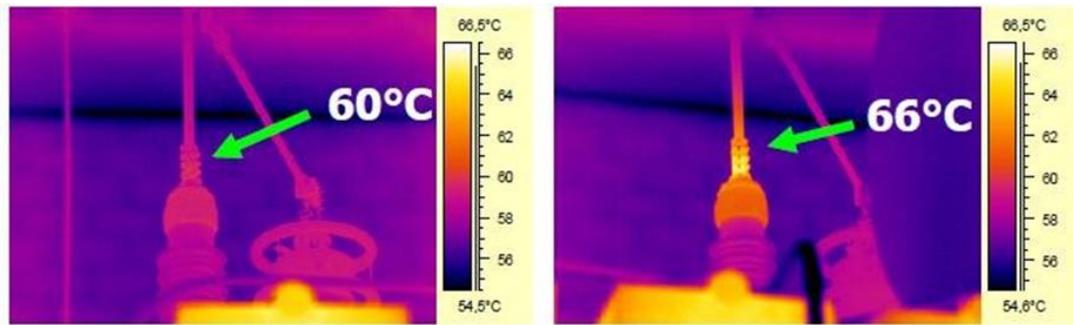


Figura N°2.12: Termogramas de un Transformador Analizado con un Método Cuantitativo.

Fuente: (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

Los termogramas de la Figura N°2.11 y Figura N°2.12 son los mismos; en esta última figura se miden el valor de la temperatura a cada fase y se encuentra que la diferencia es de 6°C. Las preguntas que surgen son ¿Cuan grave es la anomalía?, ¿Cuándo será necesario reparar?, ¿La temperatura de la conexión caliente es normal?, ¿En qué nos apoyamos para tomar una decisión de reparar o no?, entre otras. Para resolver estas inquietudes se establece un criterio de clasificación de fallos.

En la actualidad, existen diferentes criterios publicados por diferentes asociaciones o por la experiencia del termógrafo. Estos criterios tienen en cuenta el delta de temperatura (medida de la diferencia de temperatura) para determinar la magnitud de la anomalía, comparando con la referencia. Un ejemplo de clasificación de fallos es presentado en la siguiente tabla.

Tabla N°2.3: Ejemplo de Clasificación de Fallos.

Delta Temperatura	Clase	Recomendación
$\Delta T > 80^{\circ}\text{C}$	A	Una anomalía muy grave que requiere atención inmediata.
$50^{\circ}\text{C} < \Delta T \leq 80^{\circ}\text{C}$	B	Una anomalía seria que necesita reparación en menos de 60 días.
$5^{\circ}\text{C} < \Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$	C	Una anomalía que requiere monitoreo periódicamente, pero que se reparará cuando sea conveniente
$\Delta T \leq 5^{\circ}\text{C}$	D	Condición aceptable

Fuente: (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

Para el ejemplo de la Figura N°2.11 y Figura N°2.12, el delta de temperatura es de 6°C tomando como referencia la fase de la izquierda y según la Tabla N°2.3 se puede clasificar la avería como clase C y requiere de monitoreo periódico.

2.1.2.20.2. Formas De Medición

Existen dos formas de medición: directa e indirecta. En la medición directa no existe otro elemento que se interponga entre la cámara y el objeto observado (ver Figura N°2.13) (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

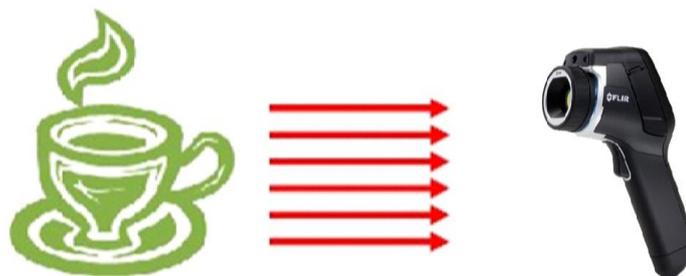


Figura N°2.13: Medición Directa.

Elaborado por el equipo de trabajo.

Por el contrario, en una medición indirecta existe una superficie entre la cámara termográfica y el elemento objetivo (Figura N°2.14) (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011), considerando lo anterior, sí existe una variación pequeña de temperatura en el exterior puede indicar problemas graves en la parte interna del equipo.

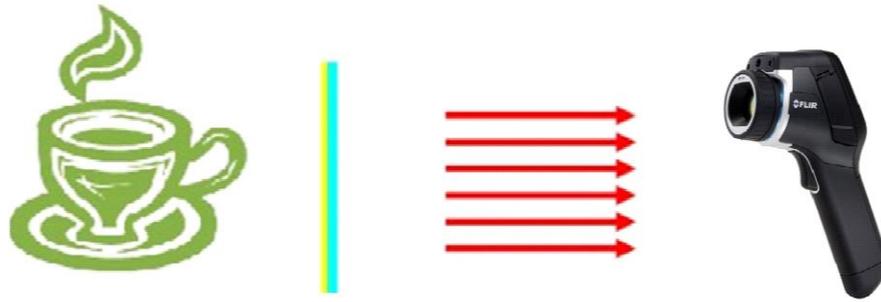


Figura N°2.14: Medición Indirecta.

Elaborado por el equipo de trabajo.

2.1.2.21. *Fallas Posibles A Detectar Mediante La Termografía Infrarroja En Las Instalaciones Eléctricas* (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016)

La gran mayoría de las fallas en sistemas eléctricos tienen relación con el incremento de la resistencia eléctrica, producto de malas conexiones, sobrecargas, cortocircuitos, etc.

Gracias a la termografía infrarroja, los riesgos de golpes eléctricos se reducen al mínimo, puesto que no es necesario el contacto para realizar una medición de temperatura. Su principal función es encontrar puntos calientes o fríos que representen una anomalía.

Para la termografía toda superficie en que la temperatura supere o esté por debajo de la normal de operación, es denominada excepción. Generalmente se asocia una excepción a un alza de temperatura.

Dentro de las causas más comunes en las que se producen incrementos de la temperatura en sistemas eléctricos, están: alta resistencia eléctrica, corto circuitos, corrientes inductivas y tierras energizadas.

Es posible encontrar también temperaturas inferiores a las normales de operación, con esto es posible determinar: circuitos abiertos, componentes inoperativos, etc.

En las instalaciones eléctricas, la detección de un componente defectuoso se basa principalmente en la elevación anormal de su temperatura, en función del aumento de



resistencia óhmica debido a la oxidación, corrosión o falta de contacto. En los inicios el problema se manifiesta con una pequeña alza de temperatura, la cual con el paso del tiempo o con un incremento en la carga circulante, alcanza niveles de temperatura que pueden reflejarse en un acelerado envejecimiento del componente.

Cuando se alcanzan niveles de temperaturas demasiado altos, con respecto a los niveles de temperatura normales, es muy probable que se produzca un daño irreversible al componente y al sistema completo, incluso no es exagerado pensar en un daño catastrófico (incendio, explosiones, etc.). A esto se debe sumar que existe una valiosa pérdida de producción.

El aumento de la resistencia produce por efecto Joule el calentamiento de los componentes, de esta forma, los componentes defectuosos aparecen en la imagen térmica como un punto caliente comparado con el ambiente o bien componentes similares en buen estado.

La potencia disipada por un componente de acuerdo a la ley de Joule es:

$$P = R I^2 \quad (Ec. 5)$$

Donde:

P : potencia disipada

I : intensidad de corriente que recircula

R : resistencia eléctrica

La ley de Joule establece que la potencia disipada en un elemento, es igual al cuadrado del corriente multiplicado por la resistencia. Considerando la corriente relativamente constante, es la resistencia la que influirá directamente en un cambio en la potencia disipada. En las instalaciones eléctricas el aumento de la resistencia de debe generalmente a:

- Conexiones sueltas
- Conexiones sucias



- Conexiones corroídas y/o sulfatadas
- Mal contacto en la conexión
- Adelgazamiento del conductor (corte de hebras en cables)

En otras ocasiones el aumento en la potencia disipada se produce por un aumento en la corriente circulante a causa de:

- Sobrecargas
- Desequilibrio de fases
- Cortocircuitos

Un punto caliente detectado por un termograma en un componente eléctrico, puede ser ocasionado por una o más de las siguientes razones:

- a. Reflexiones:** Algunos componentes tienen superficies metálicas brillantes con buena capacidad de reflexión. Especialmente en días despejados ocurren reflexiones solares, las cuales también pueden ser causadas por objetos adyacentes que reflejan en las superficies brillantes. Por lo que se recomienda llevar a cabo las inspecciones con el sol entrando o en la noche.
- b. Absorción de la luz solar:** Una superficie con un alto factor de emisividad, reacciona en forma muy diferente a la radiación solar. Además de aparecer, algunas reflexiones solares, la superficie también será calentada por el sol.
- c. Carga:** En los sistemas trifásicos, es difícil comparar las tres fases unas con otras, por ejemplo: cables, interruptores, etc. Una carga nivelada por fase puede resultar en una muestra uniforme de temperatura para las tres fases. Puede sospecharse una falla si la temperatura de una de las fases difiere considerablemente de las otras dos restantes.
- d. Variaciones de emisividad:** Donde las superficies de un conductor de carga que tiene diferentes emisividades, el termograma se verá como si dicho conductor



tuviera sobrecalentamientos en varios puntos. Pero como una baja emisividad significa alta reflectividad, puede ser un objeto caliente.

e. Aumento de la resistencia: Los sobrecalentamientos no ocasionados por alguna de las razones mencionadas anteriormente, pueden tener varios orígenes. Los más comunes se describen a continuación:

- Baja presión de contacto: puede ocurrir cuando se monta una junta, o por causa de deterioro del material, por ejemplo: disminución de resortes, deterioro en los filetes de pernos y tuercas, excesivamente apretados durante el montaje. Con el incremento de la carga y la temperatura, se excede el límite elástico del material y la tensión disminuye.
- Oxidación de las superficies de contacto: consiste en un aumento progresivo de la resistencia, la cual puede incluso estar presente desde la etapa misma del montaje. Los nuevos materiales conductivos usados en las instalaciones eléctricas, tales como el aluminio, son usualmente afectados por corrosión galvánica que también provoca un aumento de la resistencia. La corrosión galvánica es causada por la humedad y el oxígeno, afectando las superficies de contacto. Los materiales no inertes son corroídos con decrecimiento de la presión de contacto como consecuencia.

Otra causa del incremento de la resistencia pueden ser la falla de material o construcción impropia de juntas.

Tabla N°2.4: Resumen de Equipos y Fallas en los Sistemas Eléctricos Inspeccionados por Termografía Infrarroja para el Área de Mantenimiento.

SISTEMAS	EQUIPOS A INSPECCIONAR	FALLAS MÁS COMUNES
SISTEMAS ELÉCTRICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Líneas de transmisión. - Redes de distribución. - Subestaciones eléctricas. - Transformadores eléctricos. - Trampas de ondas. - Pararrayos. - Seccionadores. - Interruptores. - Barrajes de conexión. - Bancos de batería - Centro de control de motores. - Breakers, contactores. - Motores. - Controladores. - Interruptores automáticos. - Condensadores. - Cajas de fusibles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conexiones fatigadas. - Conexiones deficientes. - Corrientes inductivas. - Cortocircuitos. - Sobrecargas. - Cargas desbalanceadas. - Tierras energizadas. - Perdidas eléctricas. - Circuitos abiertos. - Alta resistencia eléctrica - Avería del aislamiento - Componentes eléctricos instalados inapropiadamente. - Componentes deteriorados y/o corroídos. - Fallas de los componentes. - Armónicos.

Fuente: (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

2.1.2.22. *Criterios Para La Evaluación De Excepciones En Los Termogramas Para Los Sistemas Eléctricos*

El criterio de evaluación de las excepciones termográficas es a través de la diferencia de temperatura (ΔT) existente entre la temperatura monitoreada y la temperatura de referencia ya sea la temperatura de ambiente, la temperatura de un equipo con iguales características, sometidos a las mismas condiciones de operación (Aznarán

Balcázar & Reyes Aranda, 2016). Por lo tanto, la diferencia de temperatura está dada por la ecuación:

$$\Delta T = T_{\text{monitoriada}} + T_{\text{referencia}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Para evaluar y analizar el delta de temperatura de las imágenes térmicas de los sistemas eléctricos, mecánicos o térmicos se hace por medio de los diferentes estándares existentes que son empleados como referencias o guías para la determinación del grado de severidad de la avería encontrada y su respectiva acción correctiva, sin embargo, se debe tener en cuenta otros factores como: seguridad, producción, funcionalidad del sistema, economía, correlación con otros datos y observaciones, cargas eléctricas, existencia de partes de repuesto, programas de supervisión, historia térmica del equipo, temperatura real de operación del equipo que son únicas para cada aplicación (Aznarán Balcázar & Reyes Aranda, 2016).

2.1.2.23. Factores Que Influyen En La Medición De La Temperatura En Una Inspección Con Termografía Infrarroja (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011)

La inspección termográfica es afectada por diferentes variables que causan errores en la detección de excepciones térmicas, porque la cámara termográfica capta toda la radiación infrarroja saliente del objeto con una componente del entorno. Esto trae como consecuencia, una medición errónea de la temperatura y así mismo la generación de los reportes con información errónea que afectan el objetivo del Plan de Mantenimiento Predictivo. Los factores que un termógrafo debe considerar para el desarrollo de una buena inspección son:

- a. Emisividad.** Este es el parámetro del objeto en estudio más importante que se debe considerar, porque de acuerdo a la ecuación de Stefan Boltzmann (Ec.7), la temperatura es dependiente de este valor y es igual a:

$$T = \sqrt{\frac{\dot{Q}}{A\sigma\epsilon}} \quad (\text{Ec. 7})$$

Por lo anterior, sí el valor de emisividad ingresado a la cámara termográfica no es correcto esto genera errores en la medición de temperatura, por lo tanto, el delta de temperatura y la clasificación de la excepción serán incorrectas. En la Figura N°2.15 se tienen dos termogramas de un vaso de acero inoxidable con $\epsilon=0,16$ y sobre él cinta eléctrica aislante con $\epsilon=0,95$ de diferentes colores, con la función punto de la cámara termográfica se señalan las temperaturas de cada material y se encuentra que la temperatura cambia en cada material al modificar este parámetro.



Figura N°2.15: Medición de Temperatura con una Emisividad.

Fuente: (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

La emisividad de un cuerpo es afectada por diferentes factores entre ellos:

- Del material: madera, plástico, bronce, hormigón, hielo, porcelana, goma, acero, etc.
- Estructura superficial: Suave, pulido, desgastado, brillante, basto, etc.
- Geometría.
- El ángulo de visión determina la emisividad efectiva de la superficie.
- La longitud de onda: la emisividad de la misma superficie puede ser diferente para cámaras de onda larga o corta.



- Grandes variaciones de temperatura pueden afectar a la emisividad.

Por lo anterior, la emisividad afecta directamente la medida de la temperatura, pero no la forma de la imagen; debido a esto, los termogramas de materiales con emisividad alta se pueden medir e interpretar fácilmente. Por el contrario, los materiales de emisividad baja reflejan los objetos y por esto las medidas de temperatura son erradas, por esta causa es recomendable cubrir con pinturas especiales los equipos que presenten emisividad baja o emplear otra técnica de diagnóstico.

- b. Factores del entorno.** Los factores ambientales afectan los resultados de la inspección termográfica, puesto que la radiación emitida por el objeto es transmitida por la atmósfera donde ella absorbe un poco la radiación del objeto y emite la propia. La única radiación que depende de la temperatura es la radiación emitida, por esto, se debe hacer una compensación de los parámetros del entorno para tener una medida real de la temperatura del objeto, porque la cámara toma una temperatura aparente (todas las componentes, Figura N°2.16). El termógrafo debe introducir estos parámetros y la cámara termográfica realiza esta compensación automáticamente. Los factores que influyen son: temperatura ambiente y reflejada, el viento, carga solar, la distancia, la presencia de superficies reflectivas en el área de observación y la humedad relativa.

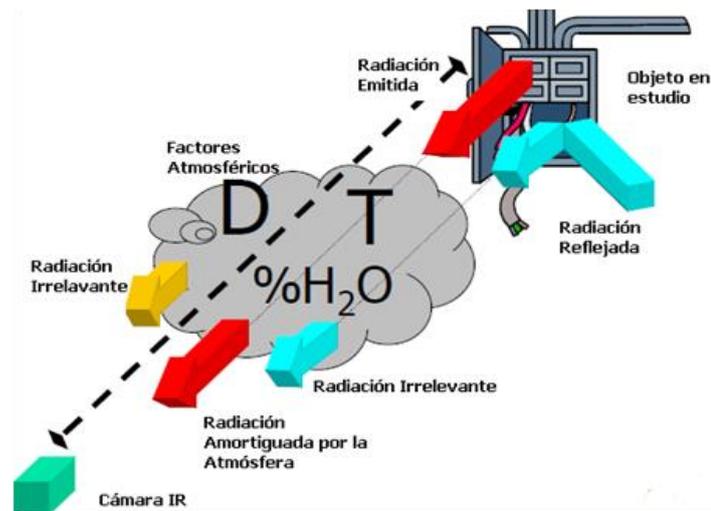


Figura N°2.16: Factores del Entorno que Afectan la Medición de Temperatura.

Fuente: (Center, 2019).

- **Temperatura ambiente y temperatura reflejada.** El termógrafo en el momento de realizar la inspección y generar el informe debe tener presente estas temperaturas.

La temperatura ambiente, es la temperatura de la atmósfera entre el objeto y la cámara termográfica; esta permite hacer una comparación con las temperaturas de las diferentes partes del equipo y este delta de temperatura ser contrastado con la tabla de criterios de severidad de fallos. El termógrafo debe tenerlas siempre presentes para no dar una falsa alarma con temperaturas elevadas que pueden corresponder a condiciones climáticas en las que se encuentra el equipo en operación. Sin embargo, es importante tener presente las temperaturas normales de funcionamiento de los equipos que lo rodean y de las partes del equipo en particular. En este tema la experiencia del termógrafo es significativa, según el área de aplicación como medicina, electrónica, eléctrica, mecánica, etc.

- **El viento.** La velocidad del viento es un factor que se comporta como una fuente de enfriamiento por convección que afecta la medición de temperatura, porque a una mayor velocidad del viento, mayor es la pérdida de calor por efecto de la

convección forzada y la temperatura medida será más baja comparada con la real, lo cual implica errores de medida y diagnósticos erróneos, en la Figura N°2.17 se ilustra esta situación porque al comparar las dos figuras se observa que el número de puntos calientes es diferente.

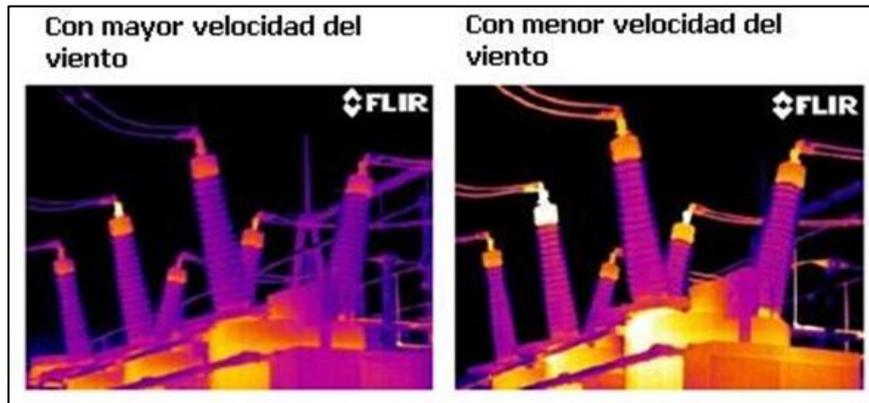


Figura N°2.17: Efecto del Viento en Una Imagen Térmica.

Fuente: (Center, 2019).

Es recomendable no realizar inspecciones termográficas con viento fuerte porque se pueden pasar por alto anomalías o se presentarán errores al interpretar el ΔT , porque éste se reduce debido al efecto de enfriamiento producido por el viento ilustrado en la figura anterior.

- **Presencia de superficies reflectivas en el área de observación.** Los reflejos producidos por la incidencia de la luz solar o artificial u otro objeto sobre superficies reflectivas del equipo o sistema a inspeccionar pueden causar errores en el análisis del termograma, por esto se hace necesario, en el momento de realizar la inspección, revisar si un punto con elevada incandescencia corresponde a un punto caliente o a un reflejo.

Un reflejo aparece como un punto caliente en una superficie de baja emisividad, si enfrente de ella existe una fuente de calor, al mover el ángulo de la cámara o al quitar la fuente en la superficie aparece otra cosa (Ver Figura N°2.18).

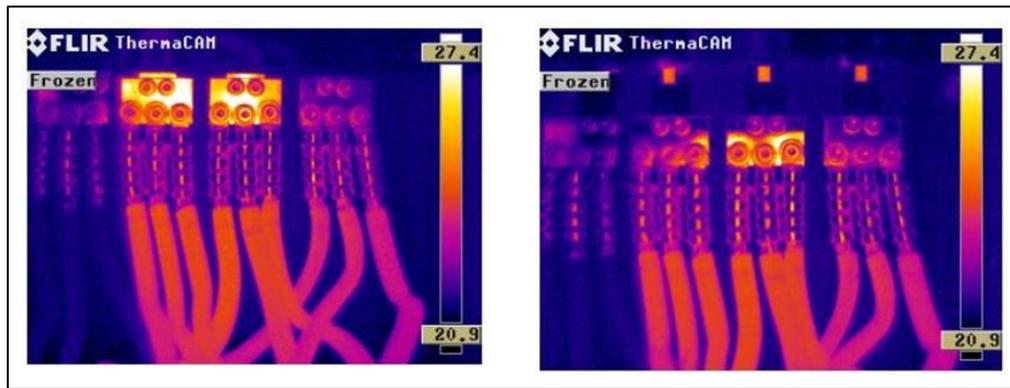


Figura N°2.18: Efecto de un Reflejo en una Superficie de Baja Emisividad.

Fuente: (Center, 2019).

Existen partes en las que sucede esto con frecuencia, generalmente, en las láminas con la que están hechas las cubiertas de muchos equipos, en el caso en que no se les aplique algún tipo de pintura.

Para determinar si existen reflejos y evitar estos errores de análisis, algunas recomendaciones son:

- No situarse en frente del objetivo, así se evita que el termógrafo se refleje.
- Sí existe la presencia de un punto caliente, moverse alrededor, si este se mueve se trata de un reflejo.
- Sí el área lo permite emplear un trozo de cartón o similar para apantallar la fuente de reflejo.
- Se deben buscar gradientes térmicos del punto caliente, sí la zona no muestra este comportamiento es un reflejo.
- Buscar partes del equipo con alta emisividad.
- **Distancia.** Es definida como el espacio que existe entre el objeto de estudio y la cámara termográfica, con este factor se considera, dado que la atmosfera absorbe parte de la radiación emitida por el objeto; a una mayor distancia, la radiación absorbida será mayor y dependerá de la resolución de la cámara si registra y determina la posición de una anomalía. Por consiguiente, es recomendable

establecer mediante criterios técnicos las distancias máximas de inspección teniendo siempre presente las distancias mínimas de seguridad de los diferentes equipos y con esto obtener imágenes térmicas donde se edifiquen claramente los elementos de los equipos o sistemas.

Otro factor para tener en cuenta es el tamaño del objeto, porque este debe cubrir el contorno interior del punto o spot (hilos cruzados del medidor puntual) para no inducir errores. Sí se inspecciona objetos pequeños se recomienda realizar la inspección lo más cerca posible, pero teniendo en cuenta siempre las distancias mínimas de seguridad.

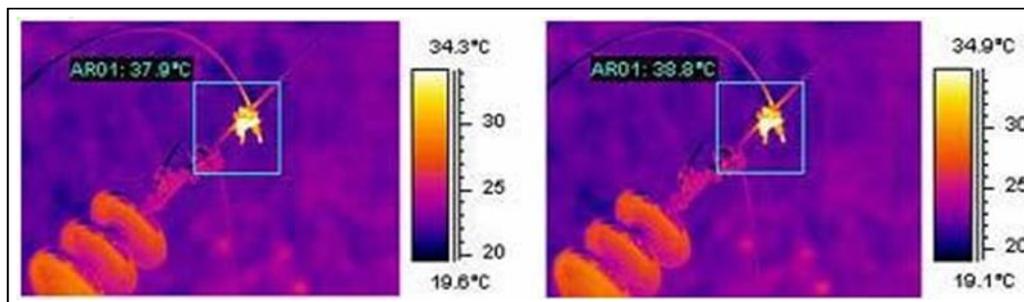


Figura N°2.19: Izquierda, Configuración de Distancia Incorrecta; Derecha, Configuración de Distancia Correcta.

Fuente: (SYSTEMS, 2006).

- **Carga solar.** La influencia que ejerce el sol como fuente natural de radiación en los equipos u objetos que se encuentran expuestos se observa en la Figura N°2.20. Esta influencia afecta los resultados de la inspección termográfica porque pueden existir casos donde este efecto oculte una anomalía como una condición normal de operación o produzca una falsa anomalía.

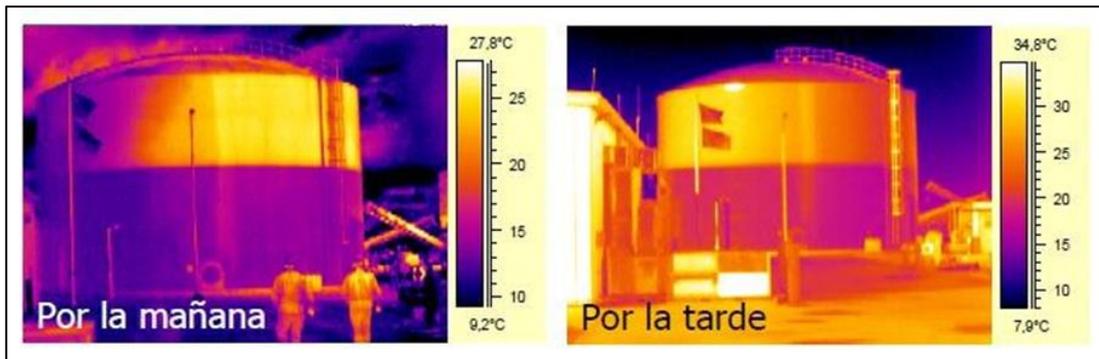


Figura N°2.20: Efecto de la Carga Solar en un Tanque de Almacenamiento.

Fuente: (Center, 2019).

En consecuencia, las inspecciones termográficas se deben realizar en diferentes cargas solares para no pasar por alto fallas que se puedan estar presentando. Se recomienda ejecutar las inspecciones en horas donde la carga solar es baja temprano en la mañana o en horas de la tarde.

- **Campos magnéticos.** - Las corrientes eléctricas pesadas causan fuertes campos magnéticos, los cuales pueden causar una distorsión considerable en la imagen térmica.
- **Lluvia.** - Las mediciones termográficas se pueden realizar con resultados satisfactorios durante una caída de lluvia ligera, las lluvias pesadas disminuyen la calidad de la imagen considerablemente y las mediciones no son posibles.

2.1.2.24. *Normas Y Publicaciones Técnicas Sobre Termografía*

Para la determinación y revisión de datos y límites de condición aceptable en la implementación del mantenimiento predictivo se destacaron cuatro factores importantes, la experiencia del personal de mantenimiento, los datos históricos tales como patrones termográficos, recomendaciones del fabricante y por último acoger los criterios técnicos de alguna norma reconocida o publicación técnica en base a los cuales se pueda hacer un diagnóstico más puntual de la severidad de la falla.



2.1.2.24.1. American Society for Testing and Materials (ASTM International).

Es una organización internacional encargada de desarrollar normas desde 1898 que se usan para investigaciones, sistemas de calidad, comprobación y aceptación de productos, entre otras. En el caso particular de las inspecciones termográficas en los equipos eléctricos y mecánicos se ha publicado la norma ASTM E1934: Guía estándar para examinar equipo eléctrico y mecánico con termografía infrarroja, esta norma proporciona directrices detalladas para el desarrollo de una metodología para realizar una inspección termográfica. Algunos de los apartados incluidos son (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011):

- Las responsabilidades comunes del usuario final y del termógrafo infrarrojo al usar la termografía infrarroja.
- Una guía del contenido específico requerido para documentar las inspecciones termográficas infrarrojas cualitativas y cuantitativas del equipo eléctrico y mecánico.
- Recopilación en una lista de todos los sistemas y equipos que serán inspeccionados.
- Un sistema de informe recomendado para facilitar la cobertura de anomalías y dar seguimiento a la condición del equipo con el tiempo para comparar las condiciones actuales con las pasadas.
- Un termógrafo calificado deber realizar inspecciones de equipo eléctrico energizado y debe ser asistido por un electricista con licencia, ingeniero, profesional u otra persona que conoce el equipo y esté calificado para trabajar con el equipo energizado.



- Las inspecciones termográficas se deben realizar con cámaras termográficas infrarrojas.
- La carga eléctrica y las condiciones ambientales debes ser consideradas.
- Las carcasas de los armarios deben ser abiertos para una vista directa de los componentes eléctricos siempre que sea posible.

2.1.2.24.2. National Fire Protection Association (NFPA).

Esta asociación tiene dos normas que son aplicables para el mantenimiento del equipo eléctrico y la seguridad en el sitio de trabajo y del personal cuando se realiza una inspección mediante termografía infrarroja (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011).

2.1.2.24.2.1. Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces –NFPA 70E.

Esta norma se orienta específicamente a los requisitos necesarios para la protección del personal en el área de trabajo. La norma consta de cuatro partes que cubren los aspectos de la seguridad eléctrica, los requerimientos de seguridad de la instalación, las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad, los requerimientos de seguridad relacionados con el mantenimiento y los requerimientos de seguridad para equipos especiales. Existen tres requisitos específicos para el trabajo termográfico con equipo eléctrico energizado:

- Las personas que hacen el trabajo deben ser entrenadas y deben ser calificadas.
- Los Elementos de Protección Personal (EPP) debe ser utilizado de acuerdo con la exposición al peligro.
- La evaluación del Destello de Arco debe ser realizado para determinar el nivel apropiado de EPP requerido.



2.1.2.24.2.2. *Electric Equipment Maintenance – NFPA 70B.*

Esta norma está orientada a los requerimientos relacionados con el mantenimiento del equipo y de las instalaciones eléctricas, además incluye información para elaborar un plan de mantenimiento preventivo que determina cuales equipos son los más críticos e importantes, la capacitación del personal, frecuencias de inspección, entre otras.

2.1.2.24.3. Internacional estándar ISO 18434–1 supervisión de las Condiciones y diagnóstico de máquinas – termografía (ISO 18434-1, 2008).

Esta norma proporciona una tendencia a la aplicación de la termografía infrarroja para el monitoreo de condición de la maquinaria y del diagnóstico, donde se incluyen maquinas eléctricas, válvulas, equipos de intercambiador de calor.

Además, se introducen la terminología en lo que respecta a la monitorización de estado y diagnóstico de las máquinas, se describen los tipos de procedimientos incluidas las normas de seguridad con sus méritos. La norma brinda orientación sobre el establecimiento de criterios de evaluación de la gravedad de las anomalías, datos y criterios de evaluación y de información; que nos proporciona los procedimientos para la determinación y compensación de temperatura aparente reflejada y emisividad.

Según la norma existen dos técnicas para practicar termografía comparativa:

- **Termografía Cualitativa.** - consiste en realizar el análisis de la imagen térmica o termograma para posteriormente localizar anomalías y evaluar posibles fallas en algún componente del equipo.
- **Termografía Cuantitativa.** - se basa en utilizar la medida de temperatura de los patrones de radiación infrarroja para determinar la gravedad de una falla en el componente del equipo y por ende establecer la prioridad de su reparación. Mediante la termografía infrarroja cuantitativa obtenemos varios criterios de severidad que nos servirán para determinar la gravedad de algún problema.

A continuación, se presenta una comparación entre estos dos tipos de termografía infrarroja.

Tabla N°2.5: Técnicas de Mantenimiento.

Comparación de técnicas cualitativas y cuantitativas	
Cualitativo	cuantitativo
Analiza patrones térmicos en la imagen.	Utilizado para ayudar a clasificar la seriedad de una anomalía.
Determina si hay alguna anomalía.	Implica medida de temperatura.
Determina donde está.	Se realiza compensación.
Solo temperatura aparente.	No siempre es relevante.
Normalmente se lleva a cabo primero.	Determina la prioridad de reparación de una falla.

Fuente: (ISO 18434-1, 2008).

2.1.2.24.4. *International Electrical Testing Association (NETA)*

En un capítulo publicado por la norma NETA, dedicado a las inspecciones eléctricas con termografía infrarroja se recomienda los siguientes criterios (NETA, 1999):

Inspección visual y mecánica:

- Inspeccionar la condición física, eléctrica y mecánica.
- Remover todas las cubiertas necesarias a priori para la inspección termográfica. Utilizando los dispositivos de seguridad y protección apropiados, y el equipo de protección personal.
- El equipo inspeccionado debe incluir todos los dispositivos que transporten corriente.

Parámetros de prueba:

- Inspeccionar sistemas de distribución con equipos de imagen capaces de detectar una diferencia de temperatura mínima de 1°C a 30°C.

- El equipo debe detectar la radiación emitida y convertir la radiación detectada a una señal visual.
- Las inspecciones termográficas deben ser realizadas durante periodos la carga máxima posible pero no menos del 40% de la carga promedio del equipo eléctrico que está siendo inspeccionado. Refiere a ANSI/NFPA 70B-1994, sección 18-16 (inspección infrarroja).

Valores de prueba:

Este es uno de los aspectos más relevantes de esta norma, como apoyo al proceso de análisis de los resultados de una inspección termográfica.

La NETA proporciona la Tabla N°2.6 que muestra los criterios para ayudar a determinar el grado de severidad de un problema eléctrico, esta tabla se encuentra referenciada al 100% de la carga máxima del equipo, es la más empleada en el diagnóstico de los equipos eléctricos y valida únicamente para mediciones directas de temperatura.

Tabla N°2.6: Clasificación de Fallas Eléctricas Según NETA.

Clasificación de fallas eléctricas según NETA (Asociación Internacional de Pruebas Eléctricas)			
<ul style="list-style-type: none">● O/A: Por encima de la temperatura ambiente.● O/S: Por encima de la temperatura de un punto similar.			
Nivel	Diferencia de Temperatura	Clasificación	Acción
1	1°C a 10°C O/A ó 1°C a 3°C O/S	Baja	En observación/ Puede Esperar.
2	11°C a 20°C O/A ó 4°C a 15°C O/S	Media	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.
3	21°C a 40°C O/A ó >15°C O/S	Alta	Preparar tan pronto como sea posible.
4	>40°C O/A ó >15°C O/S	Crítica	Reparar inmediatamente.

Fuente: (NETA, 1999).



Las especificaciones de temperatura varían en exactitud dependiendo del tipo de equipo. El calor es generalmente proporcional al cuadrado de la corriente. Por lo tanto, la corriente de la carga tendría un mayor impacto en el delta de temperatura. En ausencia de consensos para normalización de deltas de temperatura, los valores de la tabla anterior son lineamientos razonables.

Sin embargo, como apoyo a estos criterios de diagnóstico es conveniente tomar nota del nivel de carga del circuito, y del balance de corrientes en sistemas trifásicos.

Es un requerimiento necesario y válido que la persona que se desempeña en la inspección eléctrica sea entrenada y experimentada, en lo concerniente a los aparatos y sistemas que estén siendo evaluados, como en el conocimiento de la metodología termográfica.

Reportes o informes de termografía

Las recomendaciones hechas por la norma NETA del contenido de los reportes termográficos son las siguientes:

- Descripción del equipo a ser inspeccionado
- Discrepancias
- Diferencia de temperatura entre el área concerniente y el área de referencia.
- Causa probable de la diferencia de temperatura.
- Áreas inspeccionadas. Identificar las áreas y equipos inaccesibles y/o no observables.
- Identificar las condiciones de carga en el momento de la inspección.
- Tomar fotografías y/o termogramas del área deficiente.
- Acción recomendada.

2.1.2.24.5. Occupational Safety Health Administration (OSHA).

La OSHA tiene como objetivo la seguridad y la salud de los trabajadores. La norma OHSAS 18001 Occupational Health and Safety Zone, se aplica para reducir los riesgos de los termógrafos en el momento de hacer una inspección, porque se evalúan y se realizan recomendaciones sobre los escenarios de peligro como: caídas, trayectos riesgos, entradas a espacios confinados y descargas eléctricas. Para disminuir estas situaciones se establece que (Neita Duarte & Peña Rodríguez , 2011):

Se puede minimizar el riesgo de heridas en una descarga de arco eléctrico simplemente ubicándose a una distancia prudente de la zona de peligro. En la Tabla N°2.7 están definidas las distancias mínimas para la realización de una inspección con termografía infrarroja.

Tabla N°2.7: Distancias Mínimas de Seguridad para Inspecciones Termografía.

TENSIÓN	DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD
300 V – 750 V	1 m
750 V - 2 kV	1,2 m
2 kV – 15 kV	5 m
15 kV – 36 kV	5,8 m

Fuente: (OSHA, 2007)

Sí no es posible mantener esta distancia es recomendado el uso de un lente especial que, adaptado a la cámara termográfica, permite realizar la inspección a una distancia mayor, sin perder las cualidades requeridas.

- El termógrafo debe utilizar un equipo de protección personal (EPP), que resista a la descarga como otro medio para el manejo del riesgo.
- Una recomendación principal es realizar una pre - inspección para establecer las condiciones de seguridad del lugar.
- Es importante efectuar un pre - escaneo de las casillas o tableros de los equipos con la cámara termográfica antes de ser abiertos, de esta manera, sí existe una



temperatura alta comparada con las demás se debe tener precaución antes de abrirla.

2.1.3. Definiciones Básicas

en la aplicación del plan de mantenimiento para simplificar el mantenimiento predictivo de las SED de la ciudad de Juliaca es usada cierta terminología, la cual se define a continuación:

- **Calibración:** Procedimiento en el que se determinan y comparan las lecturas de un instrumento (valores reales) y las de un instrumento de referencia (valores nominales). El resultado indica si las lecturas reales de un instrumento se sitúan dentro de los límites permisibles.
- **Cámara térmica de infrarrojos:** Es un instrumento o sistema que convierte la energía radiante de entrada de infrarrojos de una superficie de destino a un mapa térmico, o termograma, en el que los tonos de color o escala de grises puede estar relacionado con la distribución de temperaturas en la superficie.
- **Conducción:** Es la forma que transmite el calor en cuerpos sólidos, se calienta un cuerpo, las moléculas que reciben directamente el calor aumenta su vibración y chocan con las que rodean; estas a su vez hacen lo mismo con sus vecinas hasta que todas las moléculas del cuerpo se agitan, por esta razón, si el extremo de una varilla metálica se calienta una flama, transcurre cierto tiempo para el calor llegue a otro extremo.
- **Convección:** Transporte de calor en cualquier fluido en el que la energía térmica pasa de un sólido a un líquido o gas a consecuencia del transporte de partículas.
- **Cuerpo gris:** Objeto que emite una fracción fija de la cantidad de energía correspondiente a un cuerpo negro en cada longitud de onda.



- **Cuerpo negro:** Objeto que no refleja ninguna radiación. Toda la radiación que emite se debe a su propia temperatura.
- **Detector:** El detector recibe la radiación infrarroja y la convierte en una señal eléctrica. El tamaño del detector se especifica.
- **Emisividad (ϵ):** Es la medida de la capacidad de un material de emitir (propagar) radiación infrarroja. La emisividad varía según las propiedades de la superficie, el material y, en algunas materias, también según la temperatura del objeto.
- **Energía térmica:** Es el movimiento de las partículas que constituyen la materia. Un cuerpo a baja temperatura tendrá menos energía térmica que otro que esté a mayor temperatura.
- **Escalas absolutas:** Cualquier escala de temperatura cuyo cero corresponde con el cero absoluto.
- **Escalas relativas:** Es una forma de energía que se manifiesta como el incremento de temperatura, las cuales toman como referencia cierto fenómeno físico conocido, como la congelación y ebullición del agua.
- **Espectro infrarrojo:** Se fundamenta en la absorción de la radiación IR por las moléculas en vibración. Una molécula absorberá la energía de un haz de luz infrarroja cuando dicha energía incidente sea igual a la necesaria para que se dé una transición vibraciones de las moléculas. Es decir, la molécula comienza a vibrar de una determinada manera gracias a la energía que se le suministra mediante luz infrarroja.
- **Imagen térmica (termograma):** Imagen que muestra la distribución de la temperatura en las superficies de los objetos mediante diferentes colores y diferentes valores de temperatura. Las imágenes térmicas se toman con una cámara termográfica.



- **Nivel:** Valor central de la escala de temperatura expresado normalmente como valor de una señal.
- **Paleta de colores:** Selección de colores para la imagen térmica de la cámara (p.ej. la paleta “arco iris”, “hierro”, “escala de grises”). El contraste de una imagen térmica puede variar en calidad dependiendo de la tarea de medición y la paleta configurada. La paleta de colores se puede personalizar mediante el software de análisis (p.ej. el Testo IR Soft) después de memorizar la imagen térmica. Tenga en cuenta siempre la interpretación de la imagen térmica cuando configurar la paleta. Intuitivamente, el rojo y el amarillo se asocian con el calor; el verde y el azul con el frío.
- **Pixel (elemento de imagen):** se trata de un punto individual perteneciente a una imagen.
- **Rango:** Limite de medida de temperatura global de una cámara de infrarrojos. Las cámaras pueden tener diversos rangos. Se expresa mediante dos temperaturas de cuerpo negro que limitan la calibración.
- **Reflexión (ρ):** Es capacidad de un material de reflejar la radiación infrarroja. La reflexión depende de las propiedades de la superficie, la temperatura y el tipo de material.
- **Temperatura aparente Reflejada:** Es la lectura no compensada a partir de una cámara infrarroja, que contiene toda la radiación incidente sobre el instrumento independientemente de su fuente.
- **Termografía:** Proceso de toma de una imagen usando una tecnología de medición que visualiza la radiación de calor o la distribución de temperatura de la superficie de los objetos mediante una cámara termográfica.



- **Transmisión (T):** Es la medida de la capacidad de un material de permitir la radiación infrarroja a través de él, dependiendo de su grosor y del tipo de material. Muchos materiales son impermeables a la radiación infrarroja de onda larga.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo De Investigación

El enfoque de la presente investigación es del tipo Cuantitativo-Deductivo, porque se hará uso de la recolección de datos, el análisis estadístico y las experiencias existentes para realizar el cálculo del Factor de Carga y la Termografía a fin de simplificar el mantenimiento predictivo de las SED, de modo que se pueda garantizar los resultados de la evaluación. Y, los alcances de la investigación a desarrollar serán: El descriptivo y el explicativo.

Descriptivo, porque se realizará un diagnóstico del estado situacional del objeto de estudio donde se describirá las principales características de evaluación y se someterá a un análisis.

Explicativo, porque se enfoca en corresponder las causas de las interrupciones imprevistas, buscando explicar por qué o en qué condiciones ocurre, y se plantean soluciones puntuales ante esta situación.

El estudio se definió según los autores: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010) de acuerdo a lo expuesto en su libro titulado “Metodología de la Investigación”, donde conceptualiza que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Y el proceso deductivo, permite razonar y explicar la realidad partiendo de leyes o teorías generales hacia casos particulares. Y en cuanto a los alcances, se menciona que el estudio descriptivo busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se



analice, describe tendencias de un grupo o población; mientras que el estudio explicativo pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian.

3.1.2. Diseño De La Investigación

Para realizar el proceso de evaluación de las SED de la ciudad de Juliaca mediante el método planteado, desarrollamos el siguiente proceso:

Primero: Realizaremos la recopilación de los datos característicos técnicos y de funcionamiento de las SED, datos como: La demanda de energía eléctrica por periodo de tiempo, las características técnicas y el registro de interrupciones. Para visualizar la muestra de esta información, véase (**ANEXO B**)

Segundo: Analizaremos, interpretaremos y evaluaremos los datos recopilados.

Tercero: Ingresaremos y procesaremos los datos en el programa Microsoft Excel haciendo el uso de la ecuación matemática del Factor de Carga (Ec.3), esto, para conocer específicamente el grado de carga en la que se encuentran operando las SED.

Cuarto: Generaremos un listado de las SED que se encuentran operando en un estado crítico de sobrecarga, permitiendo conocer las principales características críticas de su evaluación y lugar de ubicación, esto, para facilitar el Diagnóstico de la Termografía.

Quinto: Realizaremos el Diagnóstico de Termografía de las SED seleccionas por sobrecarga, haciendo el uso de la cámara termográfica FLIR E53, esto para identificar las fallas incipientes mediante la detección de puntos calientes.

Sexto: Elaboraremos los Reportes de Diagnóstico para conocer el estado crítico de funcionamiento de los equipos y componentes de las SED que se encuentran operando en un estado crítico de sobrecarga.

Finalmente: validaremos la hipótesis planteada.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

Población: Las SED del Servicio Eléctrico Juliaca de la Empresa Electro Puno S.A.A., que está conformada por 2339 SED y está dividido por zonas, en: ZONA URBANO (ciudad de Juliaca) y ZONA RURAL (Caracoto, Huata, Coata, Capachica, Taraco, Samán, Nicasio, Calapuja, Lampa, Paratia, Santa lucia, Lagunillas, etc.).

A continuación, en la (Tabla N°3.1) se muestra a detalle la conformación de las SED del servicio eléctrico Juliaca.

Tabla N°3.1: Conformación de SED del Sistema Eléctrico - Juliaca.

CONFORMACIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN - JULIACA						
CÓDIGO DE ALIMENTADOR		NIVEL DE TENSIÓN	AREA DE INFLUENCIA	SUBESTACIONES ELECTRICAS DE DISTRIBUCIÓN (SED)		
CÓDIGO ELP	CÓDIGO REP			JULIACA CIUDAD	JULIACA RURAL	TOTAL
5004	L-0152	10 KV	Juliaca, Circunvalación lado derecho, Huayrana-periferie.	119	-	119
5005	L-0153		Juliaca, Circunvalación lado izquierdo, Areopuerto-cercado.	112	-	112
5006	L-0154		Juliaca, Salida Arequipa, cercado,Rinconada, Amauta, UPEU	85	-	85
5007	L-0155		Juliaca, Salida Puno(Parque-industrial),Taparachi, Caracoto.	164	289	453
5008	L-0156		Juliaca, Centro de la ciudad-Cuertel	54	-	54
5009	L-0157		Juliaca, Salida a cuzco, Dist. Nicasio, Calapuja, Achaya.	12	278	290
5010	L-0158		Juliaca, Real Plaza, Túpac Amaru, Pierola,Gonzáles Prada.	25	-	25
5011	L-0159		Reserva.	-	-	0
5021	No asignado	22.9 KV	Lampa, Santa Lucia.	-	562	562
5022			Circuncalación, Salida a Huancané, Samán, Taraco.	74	317	391
5023			Reserva (Nueva línea Lampa)	-	-	0
5024			Reserva (Nueva línea Santa Lucia)	-	-	0
5025			Capachica, Huata, Coata, Llachón.	-	248	248
TOTAL DE SED				645	1694	2339

Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo a la (Tabla N°3.1), podemos corroborar que las SED del Servicio Eléctrico Juliaca si está dividido por zonas, de las cuales podemos deducir que la zona urbana (Juliaca ciudad) está conformada por 645 SED activas y la zona rural está conformada por 1694 SED activas.

Muestra: Las SED de la ZONA URBANO (Juliaca ciudad), que está conformada por 645 SED y está ubicado en la parte norte de la provincia de San Román y al lado noroeste del lago Titicaca y a 35 Km. El área geográfica del distrito de Juliaca ocupa la



parte céntrica del departamento de Puno y la meseta del Collao. Debido a su importancia geoeconómica, 1926 Juliaca se integra a la Provincia de San Román como su capital.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para desarrollar la presente investigación de tesis se utilizará y se revisará los siguientes materiales y equipos básicos para el cumplimiento de los objetivos:

- Observación y análisis documental.
- Investigación de normativas.
- Aplicación de la ecuación matemática del Factor de Carga.
- Una cámara termográfica FLIR modelo E53 debidamente calibrada. Para visualizar las características de la cámara, véase (ANEXO C) y para visualizar su certificado de calibración, véase (ANEXO D).

Nota: Para garantizar el diagnóstico de una cámara termográfica solo basta tener en cuenta que el equipo esté debidamente calibrado, y fijarnos que la empresa proveedora del producto trabaje con los estándares de calidad térmica que establecen los organismos, como: NFPA (Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego), ASNT (Pruebas no destructivas de la sociedad estadounidense), ISO (Organización Internacional de Normalización), NIST (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología). Y con respecto al tiempo de calibración, FLIR recomienda realizarlo anualmente, pero aclarando que esto dependerá mucho del tiempo de uso.

- Se utilizará softwares y aplicaciones web disponibles para el estudio de la investigación, como: Microsoft Office Excel 2019, el ArcGIS 10.5 y Google Heart.
- Información y soporte informativo: Textos, artículos, tesis de grado, catálogos y páginas web relacionados al factor de carga y a la termografía infrarroja.



- Equipos complementarios, como: una cámara fotográfica, GPS navegador y una linterna.

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El procedimiento de recolección de datos, está basado en la selección de información documental y de campo, obtenidos de:

- Solicitud de información a la empresa Electro Puno S.A.A. referente a la demanda de energía eléctrica por subestación (generado por lecturas de los medidores totalizadores), las características técnicas por subestaciones (generado del filtrado de la base de datos del Software ArcGIS 10.5) y los datos del registro de interrupciones del servicio eléctrico Juliaca.
- Toma de imágenes térmicas o termogramas de las SED de la ciudad de Juliaca mediante el uso de la cámara termográfica FLIR E53.
- Búsqueda y revisión de información relacionada al tema, mediante: textos, artículos, tesis de grado, catálogos y páginas web.

3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizarán herramientas informáticas para la organización y clasificación de datos, entre ellos:

- Cámara termográfica FLIR E53.
- Microsoft Office Excel 2019.
- Microsoft Office Word 2019.
- Software ArcGIS 10.5.
- Google Heart.
- Otros según sea el caso.

3.6. DIAGRAMA DE FLUJO DE TRABAJO

El diagrama de flujo de trabajo se realizó de acuerdo a las siguientes fases que a continuación se detalla:

1. **Fase 1:** Identificación y selección de las SED.
2. **Fase 2:** Cálculo del Factor de Carga de las SED seleccionadas para su evaluación.
3. **Fase 3:** Diagnóstico de la Termografía de las SED seleccionadas por sobrecarga.

Para ello, se debe llevar a cabo las siguientes acciones:

- a) Programación de la cámara termográfica:
 - Modifique el modo de visualización de las imágenes.
 - Agregue parámetros del medio ambiente.
- b) Identificación y ubicación de los elementos a inspeccionar.
- c) Detección de puntos calientes en los elementos inspeccionados.
- d) Capturar de imágenes de infrarrojos mediante la cámara termográfica.
- e) Descarga de las imágenes termográficas, para ello se realiza una de las siguientes acciones:
 - Método 1: desplazamiento de las imágenes mediante un cable USB.
 - Método 2: desplazamiento de las imágenes mediante una tarjeta de memoria SD.
 - Método 3: desplazamiento de las imágenes mediante una tarjeta CompactFlash.
- f) Análisis e interpretación de las imágenes termográficas. Para ello, se debe llevar a cabo las siguientes acciones:
 - Gestione los archivos.
 - Análisis de las imágenes termográficas.



- Interpretación de las imágenes termográficas (según la clasificación del desempeño térmico de los valores de la temperatura que da a conocer en la norma NETA, valores que se pueden visualizar en la Tabla N°2.6).
- Descripciones de las imágenes termográficas.
- Agregue, edite o elimine comentarios de texto.

4. Fase 4: Reportes de Diagnóstico de las SED seleccionadas por sobrecarga.

Para ello, se debe llevar a cabo las siguientes acciones:

- Utilice Microsoft Office o el software de la cámara termográfica para crear los Reportes de Diagnóstico.
- Realice la estructura del contenido de datos, considerando las recomendaciones hechas por la norma NETA.
- Utilice una operación de arrastrar y colocar para mover imágenes de FLIR a Microsoft Office, agregue comentarios y descripciones.
- Agregue, edite o elimine comentarios de texto.

Para una explicación más dinámica del Diagrama de Flujo de Trabajo, véase (Figura N°3.1).

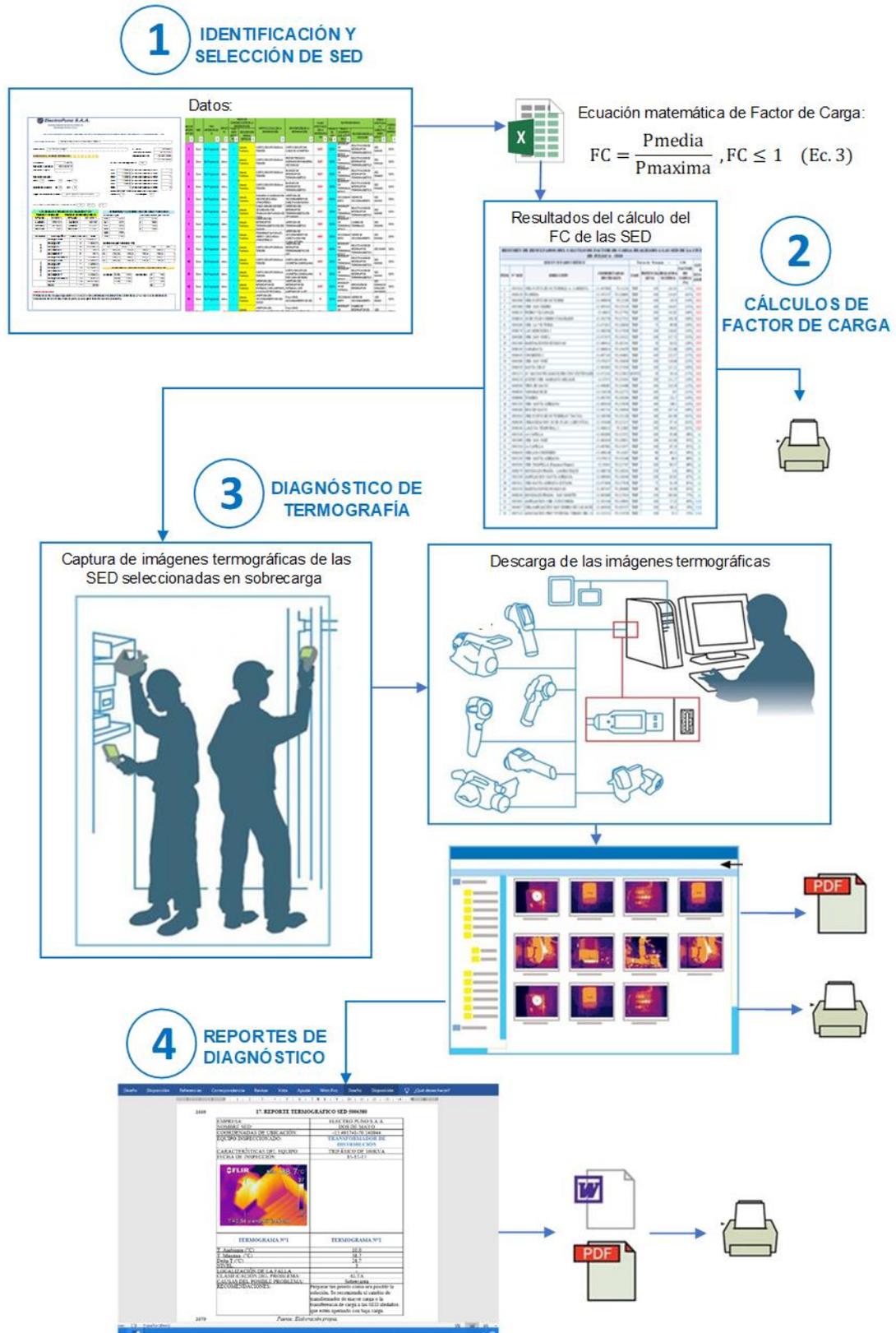


Figura N°3.1: Diagrama de Flujo de Trabajo.

Elaborado por el equipo de trabajo.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestra los resultados obtenidos y el análisis de evaluación de acuerdo al plan de mantenimiento predictivo propuesto mediante el cálculo del Factor de Carga y la Termografía.

4.1. RESULTADOS

Resultados que se obtuvieron de acuerdo al siguiente proceso: Identificación y selección de las SED, cálculo del Factor de Carga de las SED seleccionadas para su evaluación, el Diagnóstico de Termografía de las SED seleccionadas por sobrecarga y por último para conocer mejor los resultados se realizó los Reportes de Diagnóstico de las SED seleccionadas por sobrecarga.

4.1.1. Identificación y Selección de las SED de la Ciudad de Juliaca.

La identificación y selección de las SED se hizo de acuerdo al registro de interrupciones del Servicio Eléctrico Juliaca, de donde se pudo conocer que la mayor cantidad de fallas por el exceso de carga se producen en la zona urbana, a causa principalmente de la excesiva demanda que se suministra en dicha zona. Para corroborar lo expuesto, véase las gráficas estadísticas de las interrupciones del servicio eléctrico Juliaca que se muestra en el (ANEXO A).

Entonces, según el análisis realizado al registro de interrupciones se pudo determinar que de las 2339 SED que dispone el Servicio Eléctrico Juliaca solo se tendrá en cuenta para la evaluación las 645 SED que pertenecen a la ZONA URBANA, debido a que estas SED se encuentran ubicadas y funcionando en la zona de máxima demanda.

4.1.2. Cálculo del Factor de Carga de las SED de la Ciudad de Juliaca

El cálculo del Factor de Carga se realizó mediante el uso de la ecuación matemática (Ec.3) que se da a conocer en la Base Teórica del capítulo II.

A continuación, en la (Tabla N°4.1) se muestra el resumen de los resultados obtenidos por el cálculo del Factor de Carga que se realizó a cada una de las 374 SED que pertenecen a la zona urbana de la ciudad de Juliaca.

Tabla N°4.1: Resumen de Resultados del Cálculo de Factor de Carga Realizado a las 374 SED de la Ciudad de Juliaca.

RESUMEN DE RESULTADOS DEL CÁLCULO DE FACTOR DE CARGA REALIZADO A LAS SED DE LA CIUDAD DE JULIACA - 2018									
SED EN ESTADO CRÍTICO					Factor de Potencia = 0.96			ESTADO DE FUNCIONAMIENTO	
ÍTEM	Nº SED	DIRECCIÓN	COORDENADAS DECIMALES		FASE	POTENCIA (kVA)	DEMANDA MÁXIMA		FACTOR DE CARGA (%)
1	5005020	URB. NUEVE DE OCTUBRE(D. A. CARRIÓN)	-15.497806	-70.12224	TRIF	100	163.92	171%	CRITICO
2	5005040	URB. NUEVE DE OCTUBRE	-15.499956	-70.12539	TRIF	100	147.9	154%	CRITICO
3	5005060	URB. SAN ISIDRO	-15.493433	-70.123124	TRIF	100	144.67	151%	CRITICO
4	5008110	PEDRO VILCAPAZA	-15.486632	-70.127702	TRIF	100	142.85	149%	CRITICO
5	5008010	28 DE JULIO CERRO COLORADO	-15.502739	-70.127352	TRIF	100	140.58	146%	CRITICO
6	5004260	URB. LA VICTORIA	-15.471852	-70.126836	MONO	75	99.98	139%	CRITICO
7	5008170	LAS MERCEDES 2	-15.486506	-70.137638	TRIF	100	128.82	134%	CRITICO
8	5004380	URB. SAN JOSÉ 2	-15.475073	-70.134525	TRIF	100	127.73	133%	CRITICO
9	5008140	CARABAYA	-15.486614	-70.134479	TRIF	100	123.88	129%	CRITICO
10	5004360	URB. SAN JOSÉ	-15.479237	-70.130639	TRIF	100	116.66	122%	CRITICO
11	5006350	SANTA CRUZ	-15.495903	-70.137439	TRIF	100	115.21	120%	CRITICO
12	5004250	ANEXO URB. MARIANO MELGAR	-15.47471	-70.131042	TRIF	100	111.57	116%	CRITICO
13	5006300	TRES DE MAYO	-15.496085	-70.134488	TRIF	100	110.39	115%	CRITICO
14	5006030	TAPARACHI III	-15.519238	-70.122772	TRIF	100	107	111%	CRITICO
15	5008060	TUMBES	-15.492703	-70.130184	TRIF	200	211.7	110%	CRITICO
16	5005220	URB. SANTA ADRIANA	-15.483056	-70.153958	TRIF	160	168.5	110%	CRITICO
17	5006380	DOS DE MAYO	-15.491741	-70.140944	TRIF	160	167.14	109%	CRITICO
18	5005010	URB. NUEVE DE OCTUBRE(AV. TACNA)	-15.500596	-70.121228	TRIF	160	161.99	105%	CRITICO
19	5008160	LAGUNA TEMPORAL 2	-15.488413	-70.13692	TRIF	100	96.95	101%	CRITICO
20	5005320	LA CAPILLA	-15.492609	-70.155472	TRIF	100	93.66	98%	ALTO
21	5005090	URB. SAN JOSÉ	-15.482818	-70.129851	TRIF	160	142.66	93%	ALTO
22	5005310	LA CAPILLA	-15.487081	-70.155077	TRIF	100	87.24	91%	ALTO
23	5006420	URB. LOS CHOFERES	-15.498148	-70.14207	TRIF	80	69.21	90%	ALTO
24	5005230	URB. SANTA ADRIANA	-15.479155	-70.153248	TRIF	80	68.4	89%	ALTO
25	5005030	URB. PAMPILLA (Francisco Pizarro)	-15.50445	-70.121747	TRIF	100	84.37	88%	ALTO
26	5008270	GONZALES PRADA - LAMBAYEQUE	-15.488756	-70.128501	TRIF	250	210	88%	ALTO
27	5005240	AMPLIACION SANTA ADRIANA	-15.480064	-70.156446	TRIF	100	83.92	87%	ALTO
28	5005012	URB. SANTA ADRIANA II ETAPA	-15.475846	-70.157018	TRIF	75	61.39	85%	ALTO
29	5005350	HABITACIONES HUMANAS	-15.487447	-70.160669	TRIF	80	65.09	85%	ALTO
30	5008240	GONZALES PRADA - SAN MARTÍN	-15.492666	-70.127014	TRIF	250	183.84	77%	ALTO

Elaborado por el equipo de trabajo.

Según los resultados que se visualizan en la (Tabla N°4.1), se puede observar que de las 374 SED evaluadas mediante el Factor de Carga solo 19 SED se encuentran operando en un estado crítico de sobrecarga, debido a que estas SED superan los parámetros de carga permisibles de la ecuación matemática (Ec.3) del Factor de Carga (parámetros $0\% < FC \leq 100\%$). Para visualizar de forma completa los resultados del



cálculo de Factor de Carga realizado a las 374 SED de la ciudad de Juliaca, véase (ANEXO E).

Estos resultados son sumamente importantes, porque permitirán simplificar la amplitud del Diagnóstico de Termografía de los componentes de las SED, ya que las componentes de estas subestaciones se encuentran más propensos a fallar por el alto grado de carga que estas sostienen.

Nota: El cálculo del Factor de Carga se realizó solo para 374 SED de la ciudad de Juliaca, debido a que solo se dispone datos para dichas subestaciones, ya que el resto de subestaciones no cuentan con los medidores totalizadores y en algunos casos están averiados. Cabe aclarar que, la disposición de los medidores totalizadores es muy importante para realizar los cálculos matemáticos, porque son los únicos que permiten conocer la demanda promedio de energía eléctrica por periodo de tiempo de una subestación.

Además, estos resultados permitieron generar un mapa de las coordenadas de ubicación para facilitar el diagnóstico de la termografía de las 19 SED en sobrecarga, que se muestra a continuación en la (Figura N°4.1).

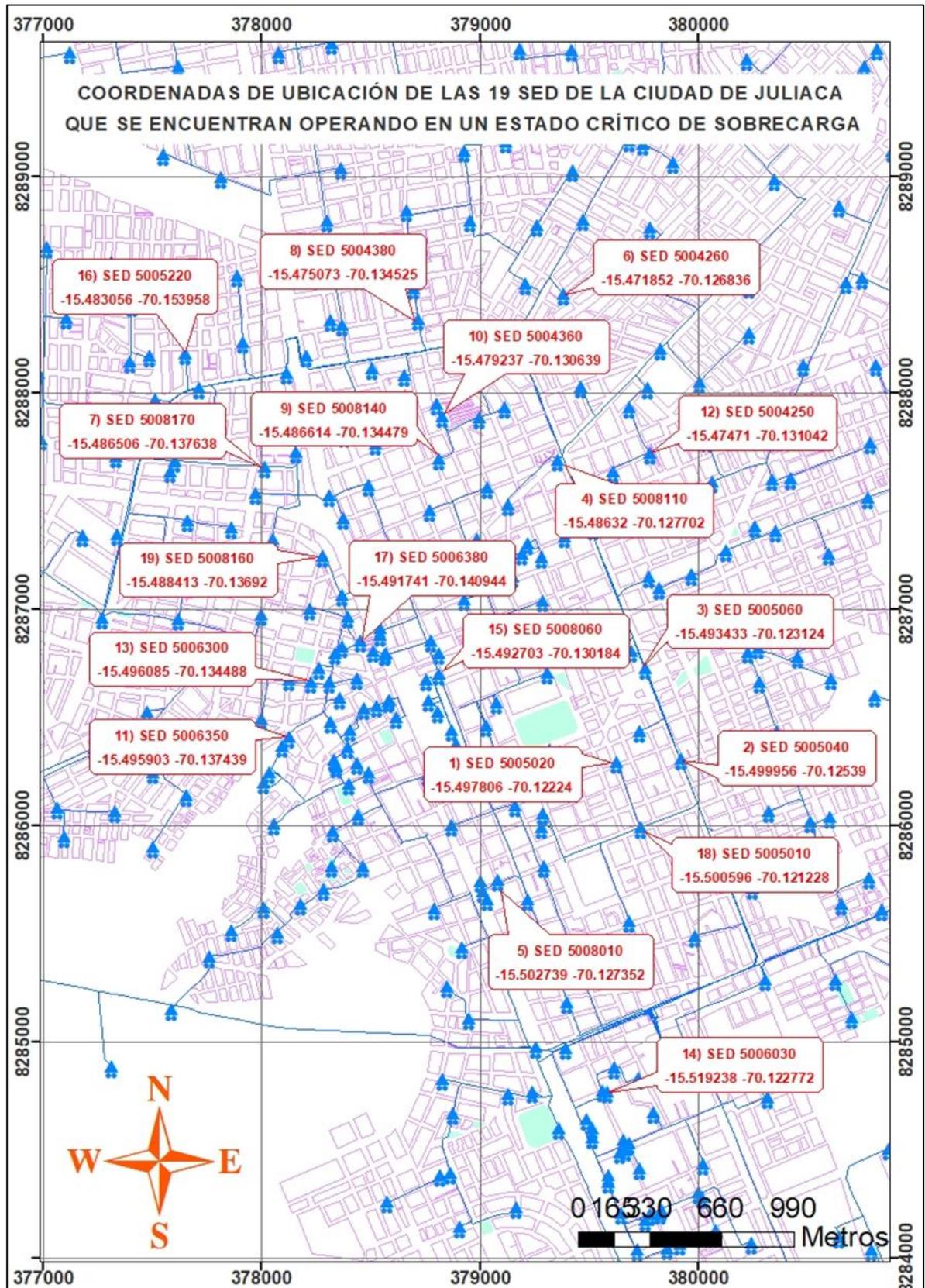


Figura N°4.1: Coordenadas de Ubicación de las 19 SED de la Ciudad de Juliaca que se Encuentran Operando en Sobrecarga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3. Diagnóstico De Termografía De Las SED Seleccionadas Por Sobrecarga De La Ciudad De Juliaca

El Diagnóstico de Termografía se realizó para las 19 SED de la ciudad de Juliaca que fueron seleccionadas por sobrecarga, y la evaluación se realizó mediante la cámara termográfica FLIR E53 según las acciones de la FASE 3 que se muestra en el diagrama de flujo de trabajo.

Entonces, de acuerdo a la evaluación térmica que se realizó a las 19 SED en sobrecarga se pudo detectar y conocer las 48 principales anomalías (fallas incipientes). Resultados que se obtuvieron del análisis realizado a las 77 imágenes termográficas que fueron tomadas durante la inspección, donde se analizó e interpreto el desempeño térmico de los valores de temperatura de acuerdo a la norma NETA, valores que se muestran en la (Tabla N°2.6). Y para poder visualizar los resultados de la evaluación térmica, véase **(ANEXO F)**.

Nota: Los datos climáticos que se utilizaron en la programación de la cámara termográfica FLIR E53, son las siguientes:

- Emisividad, se consideró de acuerdo a los materiales locales (0,95 o 0,98).
- Temperatura, según SENAMI para el horario establecido.
- Humedad, según SENAMI para el horario establecido.
- Distancia, según ubicación y situación del lugar (considerando las distancias mínimas de seguridad para inspecciones térmicas que da a conocer OSHA, que se muestra en la Tabla N°2.7).

Además, la captura de las imágenes termográficas se realizó en el horario tarde-noche (6pm a 9pm), esto, para obtener una mejor visión del comportamiento de los materiales evaluados y con ello evitar los posibles errores por incidencia de la radiación solar directa que se presenta durante el día.



4.1.4. Reportes De Diagnóstico De Las Sed Seleccionadas Por Sobrecarga De La Ciudad De Juliaca

Los Reportes de Diagnóstico se desarrollaron para conocer de forma ordenada y detallada las 48 anomalías que se logró detectar de las 19 SED seleccionadas por sobrecarga, esto, de acuerdo a la evaluación del Factor de carga y la termografía que se realizó a las 374 SED de la ciudad de Juliaca.

Entonces, de acuerdo a los resultados obtenidos se generó 48 Reportes de Diagnóstico de las principales anomalías detectadas, en la que se permite conocer de forma ordenada y detallada el estado situacional de cada una de estas anomalías. Para visualizar los Reportes de Diagnóstico, véase (**ANEXO F**).

Los Reportes de Diagnóstico fueron desarrollados de acuerdo a los informes de inspección con termografía para los sistemas eléctricos y/o mecánicos, aspectos que son recomendados en la norma NETA. Y las partes del reporte son:

1. Características del elemento inspeccionado (nombre de la empresa, nombre de SED, coordenadas de ubicación, equipo de inspección y las características del equipo).
2. Fecha y hora de la inspección.
3. Imagen fotográfica y/o termogramas del área deficiente.
4. Temperaturas registradas.
5. Clasificación de las temperaturas registradas (según la clasificación de las fallas eléctricas de la norma NETA que se muestra en la Tabla N°2.6).
6. Causas del posible problema (según la clasificación de fallas eléctricas de la norma NETA que se muestra en la Tabla N°2.6 y de acuerdo a la inspección en campo).

7. Recomendaciones para corregir el problema (según la clasificación de fallas eléctricas de la norma NETA que se muestra en la Tabla N°2.6 y de acuerdo a la inspección en campo).

En la (Figura N°4.2) se muestra como ejemplo el reporte de la SED 5005040, donde se muestra y resalta las partes del reporte que se logró desarrollar.

<p align="center">REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5005040</p>	
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.499956-70.12539
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	12-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	11.0
T. Máxima (°C)	67.2
Delta T (°C)	56.2
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.	

Figura N°4.2: Partes de los Reportes de Diagnostico.

Elaborado por el equipo de trabajo.

A continuación, se muestra en la (Tabla N°4.2) el resumen de los resultados que se logró obtener con el método planteado.

Tabla N°4.2: Resumen de los Resultados Según los Reportes de Diagnóstico.

RESUMEN DE RESULTADOS								
CARACTERÍSTICA DE LAS SED				ANOMALÍAS DETECTADAS				
Í T E M	N° SED	DIRECCI ÓN	COORDEN ADAS DE UBICACIÓ N	EQUIPO INSPECCIO NADO	Clasificación de Fallas Eléctricas Según Norma NETA que se muestra en la (Tabla N°2.6)			
					N I V E L	CLASIF ICACIÓ N DEL PROBL EMA	CAUSA S DEL POSIBL E PROBL EMA	RECOMENDACIONES (según la norma NETA y la inspección realizada)
1	5005 020	URB. NUEVE DE OCTUBRE (D. A. CARRIÓN)	-15.497806- 70.12224	Transformador 3Ø de 100kVA	4	Crítico	Sobrecarga	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO 1-FASE "R"	3	Alta	Falso contacto	El equipo deberá ser reparado tan pronto como sea posible.
				Interruptor térmico, del CTO 3-FASE "T"	2	Media	Sobrecarga	Monitoreo constante. Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.
2	5005 040	URB. NUEVE DE OCTUBRE	-15.499956- 70.12539	Transformador 3Ø de 100kVA	4	Crítico	Sobrecarga	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO 1-FASE "R"	2	Media	Falso contacto	Iniciación de una falla. Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.
				Interruptor térmico, del CTO 3-FASE "S"	2	Media	Falso contacto	Iniciación de una falla. Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.
3	5005 060	URB. SAN ISIDRO	-15.493433- 70.12312	Transformador 3Ø de 100kVA	4	Crítico	Sobrecarga	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO 2-FASE "R"	2	Media	Falso contacto	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.
				Interruptor térmico, del CTO 3-FASE "S"	3	Alta	Sobrecarga	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.



4	5008 110	PEDRO VILCAPA ZA	-15.48632- 70.127702	Transforma dor 3Ø de 100kVA	4	Crítico	Sobrecar ga	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interrup tor térmico, del CTO 1- FASE "R"	2	Media	Falso contacto	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible y seguir con el programa de mantenimiento.
5	5008 010	28 DE JULIO CERRO COLORAD O	-15.502739- 70.12735	Transforma dor 3Ø de 100kVA	4	Crítico	Sobrecar ga	Sobrecalentamiento peligroso. Se recomienda realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interrup tor térmico, del CTO 1- FASE "T"	3	Alta	Falso contacto	El equipo debería estar bajo observación y repararlo tan pronto como sea posible.
				Interrup tor térmico, del CTO 2- FASE "T"	4	Crítico	Falso contacto	El objeto deberá ser reparado inmediatamente.
				Interrup tor térmico, del CTO 3- FASE "S"	3	Alta	Sobrecar ga	Sobrecalentamiento peligroso. El objeto deberá ser reparado tan pronto como sea posible.
6	5004 260	URB. LA VICTORIA	-15.471852- 70.12683	Transforma dor 1Ø de 75kVA	3	Alta	Sobrecar ga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Esparrago del CTO 2- FASE "S"	3	Alta	Falso contacto	El equipo deberá ser reparado tan pronto como sea posible.
7	5008 170	LAS MERCEDE S 2	-15.486506- 70.13763	Transforma dor 3Ø de 100kVA	4	Crítico	Sobrecar ga	Sobrecalentamiento peligroso. Se recomienda realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interrup tor térmico, del CTO 1- FASE "R"	3	Alta	Falso contacto	El objeto debe de ser reparado tan pronto como sea posible.
				Interrup tor térmico, del CTO 3- FASE "T"	2	Media	Sobrecar ga	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.



8	5004 380	URB. SAN JOSÉ 2	-15.475073- 70.13452	Transforma dor 3Ø de 100kVA	4	Crítico	Sobrecar ga	Sobrecalentamiento típico. Se recomienda realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO 1- FASE "R"	2	Media	Sobrecar ga	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.
9	5008 140	CARABA YA	-15.486614- 70.13447	Transforma dor 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobrecar ga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO 2- FASE "R"	2	Media	Falso contacto	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible. Seguir con el programa de mantenimiento.
10	5004 360	URB. SAN JOSÉ	-15.479237- 70.13063	Transforma dor 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobrecar ga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO 2- FASE "T"	2	Media	Sobrecar ga	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible. Seguir con el programa de mantenimiento.
				Interruptor térmico, del CTO AP- FASE "S"	2	Media	Falso contacto	El objeto debe de ser inspeccionado nuevamente y reparado en la próxima parada de mantenimiento.
11	5006 350	SANTA CRUZ	-15.495903- 70.13743	Transforma dor 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobrecar ga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, ENTRADA CTO 2- FASE "S"	2	Media	Falso contacto	Realizar el mantenimiento tan pronto como sea posible, próxima parada.
				Empalme a CTO directo a barra, CTO 3- FASE "S"	2	Media	.	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.



12	5004 250	ANEXO URB. MARIANO MELGAR	-15.47471- 70.131042	Transformador 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobre carga	Sobrecalentamiento típico. Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO 2-FASE "T"	3	Alta	Sobre carga	Sobrecalentamiento típico. El equipo deberá ser reparado en la primera parada de mantenimiento.
13	5006 300	TRES DE MAYO	-15.496085- 70.13448	Transformador 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobre carga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO 1-FASE "R"	3	Alta	Sobre carga	Sobrecalentamiento típico. Preparar tan pronto como sea posible el equipo para realizar el mantenimiento respectivo.
				Interruptor térmico, del CTO 3-FASE "R"	4	Crítico	Sobre carga	Sobrecalentamiento peligroso. El objeto deberá ser reparado inmediatamente.
14	5006 030	TAPARAC HI III	-15.519238- 70.12277	Transformador 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobre carga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, ENTRADA CTO 3-FASE "S"	3	Alta	Falso contacto	El objeto deberá ser reparado tan pronto como sea posible.
15	5008 060	TUMBES	-15.492703- 70.13018	Transformador 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobre carga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interruptor térmico, del CTO AP-FASE "T"	4	Crítico	Falso contacto	El objeto deberá ser reparado inmediatamente.



16	5005 220	URB. SANTA ADRIANA	-15.483056- 70.15395	Transforma dor 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobrecar ga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interrup tor térmico, del CTO 1- FASE "T"	2	Media	Sobrecar ga	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible y seguir con el programa de mantenimiento.
17	5006 380	DOS DE MAYO	-15.491741- 70.14094	Transforma dor 3Ø de 100kVA	3	Alta	Sobrecar ga	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				CTO directo a barra, FASE" S"	3	Alta	Falso contacto , sulfatad o.	El equipo debería estar bajo observación y repararlo tan pronto como sea posible.
				Interrup tor térmico, del CTO 3- FASE "S"	1	Baja	Sobrecar ga	Monitoreo constante. En observación, puede esperar.
18	5005 010	URB. NUEVE DE OCTUBRE (AV. TACNA)	-15.500596- 70.12122	Transforma dor 3Ø de 100kVA	2	Media	Sobrecar ga	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interrup tor térmico, del CTO 3- FASE "T"	2	Media	Sobrecar ga	El objeto debe de ser inspeccionado nuevamente y realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.
19	5008 160	LAGUNA TEMPORA L 2	-15.488413- 70.13692	Transforma dor 3Ø de 100kVA	2	Media	Sobrecar ga	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.
				Interrup tor térmico, ENTRADA CTO 1- FASE "T"	3	Alta	Falso contacto	El equipo deberá ser reparado tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

En la (Tabla N°4.2), se muestra el resumen de resultados de los 48 Reportes de Diagnóstico que se logró desarrollar de las 19 SED detectadas en sobrecarga, donde se



da a conocer de forma ordenada y detallada sus principales anomalías (fallas incipientes) halladas, anomalías que son generadas principalmente por el exceso de carga. Además, estos resultados contienen recomendaciones de solución de cada anomalía detectada para que pueda ser reparada oportunamente y con ello evitar las interrupciones imprevistas.

4.2. DISCUSIONES

Se analizan y explican los resultados, y se comparan con los conocimientos previos, que a continuación, describo:

Basado en los resultados obtenidos, podemos afirmar que el presente trabajo realizado si permite simplificar el mantenimiento predictivo común con termografía, puesto que se redujo la cantidad de las SED a evaluar con termografía mediante la detección de la sobrecarga, debido a que los componentes de las subestaciones en sobrecarga se encuentran más propensos a fallar por el alto grado de carga que estas sostienen. Afirmación que se indica en los fundamentos teóricos que da a conocer: (Santos Gómez, 2018), donde expresa que las principales causas que induce a la falla de un equipo y sus dispositivos es el calor que se genera por el exceso de carga, ya que esto puede hacer que la resistencia aumente, las conexiones se debiliten y que los aislantes de los conductores pierdan sus propiedades de protección.

Según el objetivo específico, “Aplicar el Factor de Carga para conocer el grado de carga en la que se encuentran operando las SED de la ciudad de Juliaca”, se pudo generar la Tabla N°4.1 que permite conocer el grado de carga en la que se encuentran operando las 374 SED evaluadas. Resultados que al ser comparados con lo realizado por (Pilamunga Ubidia, 2009) en su tesis titulada: “Análisis del Factor de Carga y del Factor de Diversidad para el Diseño Eléctrico de Centros Comerciales Populares del Municipio de Quito”, quien afirma que el cálculo del Factor de Carga le permitió saber el sobredimensionamiento de carga y demanda que existe en los transformadores de



distribución de los centros comerciales. Entonces, según esta afirmación podemos asegurar que el cálculo de Factor de Carga si permite saber el grado de carga de una SED. Además, Ramírez Castaño (2004) también asegura que el Factor de Carga permite saber la máxima demanda registrada en un periodo de tiempo.

Según el objetivo específico, “Realizar el Diagnóstico de la Termografía para identificar las fallas incipientes de las SED de la ciudad de Juliaca que se encuentran operando en sobrecarga”, se generó el (ANEXO F), donde se da a conocer a las 48 principales fallas insipientes que sostienen las 19 SED que se encuentran operando en sobrecarga. Datos que al ser comparados con lo realizado por (Abarca Sigcho & Iglesias Vasco, 2012) en su tesis titulada: “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo Mediante la Aplicación de Termografía Industrial en los Motores Eléctricos de la Planta de EUROLIT en la Empresa TUBASEC C.A.”, quien concluyó afirmando que la termografía es una herramienta muy útil para detectar sobrecalentamiento de los equipos y componentes eléctricos, también indica que la termografía es una herramienta indispensable en el mantenimiento predictivo y preventivo, al detectar fallas prematuras invisibles al ojo humano; además, aclara que la termografía infrarroja es una técnica que permite medir con precisión la temperatura a distancia y sin ningún contacto. Entonces, según la afirmación expuesta podemos asegurar que los resultados obtenidos mediante la Termografía si demuestran resultados confiables, Nieta Duarte & Peña Rodríguez (2011) en su principio indica que la termográfica es una técnica de mantenimiento que permite a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

Según el objetivo específico, “Elaboración de Reportes del Diagnóstico para conocer de forma ordenada y detallada el diagnóstico de las anomalías detectadas de las SED de la ciudad de Juliaca”, se generó el (ANEXO F), que muestra los 48 Reportes de



Diagnóstico de las principales anomalías detectadas, donde se da a conocer de forma ordenada y detallada el estado situacional de cada anomalía detectada. Datos que al ser comparados con lo realizado por (Castro Barrera, 2005) en su tesis titulada: “Diseño e implementación del plan de mantenimiento predictivo con termografía infrarroja en las subestaciones eléctricas de los departamentos de topping y cracking de la GCBECOPETROL S.A.”, quien afirma que la información ordenada y detallada del PMP es muy importante para conocer claramente las características del sistema eléctrico y los equipos hacia los cuales va dirigido, ya que permite tener una visión más concreta de las actividades que se van a desarrollar en las fases de diseño, implementación y ejecución del programa. Entonces, según esta afirmación podemos asegurar que los Reportes de Diagnóstico que se logró desarrollar si permiten visualizar mejor las anomalías detectadas, ya que los resultados de la evaluación se muestran de forma ordenada y detallada. Asimismo, Integra Markets (2018) en su principio indica que los reportes de información permiten determinar el momento y lugar adecuado para efectuar tareas de mantenimiento preventivo.



V. CONCLUSIONES

- El Factor de Carga y la Termografía simplifica el mantenimiento predictivo de las SED, porque reduce la amplia cantidad de elementos a evaluar, y además permite detectar y conocer las principales anomalías (fallas incipientes) generadas por el exceso de carga que se muestra mediante los reportes de diagnóstico.
- La aplicación del cálculo del Factor de Carga identifica la sobrecarga o la máxima demanda de energía eléctrica en un periodo de tiempo que sostienen las SED.
- El Diagnóstico de la Termografía facilita la detección de las fallas incipientes que son difíciles de percibir a simple vista y que son generadas principalmente por el exceso de carga.
- Los Reportes de Diagnóstico reflejan los resultados obtenidos de la evaluación realizada mediante el factor de carga y la termografía, para conocer de forma ordenada y detallada el diagnóstico de las anomalías detectadas de las subestaciones.



VI. RECOMENDACIONES

- Tomar el presente estudio como línea base para abarcar las demás técnicas de mantenimiento predictivo en las empresas de servicio eléctrico, como las siguientes técnicas: Análisis de vibraciones, ultrasonidos, análisis de aceites entre otras.
- Realizar el estudio de cálculo para la reducción de la amplia cantidad de elementos a evaluar en el sector de las empresas de servicio eléctrico.
- Para posteriores estudios se recomienda la elaboración de procedimientos generalizados para realizar las diferentes técnicas de mantenimiento predictivo.
- Se recomienda crear un sistema computarizado, para la recolección automática de información y un responsable de mantener el sistema actualizado.



VII. REFERENCIAS

- Abarca Sigcho, D. F., & Iglesias Vasco, F. J. (2012). Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo Mediante la Aplicación de Termografía Industrial en los Motores Eléctricos de la Planta de Eurolit en la Empresa Tubasec C.A. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Riobamba.
- Alpizar Villegas, E. (s.f.). Capítulo 5. Mantenimiento. Recuperado el 30 de noviembre de 2019, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual4/cap5.pdf>.
- Apaza Tapia , M. (2017). Estudio de Control y Disminución de Pérdidas Dentro del Servicio Eléctrico Puno Alimentador 101-Concesión Eléctrica de ElectroPuno S.A.A. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de <https://portal.unap.edu.pe> > q=repositorio-de-tesis
- Aznarán Balcázar, I. T., & Reyes Aranda, G. J. (2016). Aplicación de la Termografía Infrarroja en Tableros Eléctricos de Distribución para Mejorar la Seguridad y la Calidad de la Energía Eléctrica. Tesis. Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.
- Carmona J., F., & Ochoa A., J. (2008). Procedimiento para el Mantenimiento Predictivo en Subestaciones de 115 / 34,5 / 13,8 kV, Utilizando Técnicas de Termografía y Ultrasonido. Universidad de Carabobo, Valencia.
- Castro Barrera, M. A. (2005). Diseño e Implementación del Plan de mantenimiento Predictivo con Termografía Infrarroja en las Subestaciones Eléctricas de los Departamentos de Topping y Cracking de la GCB-ECOPETROL S.A. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Bucaramanga.
- Center, I. T. (8 de noviembre de 2019). Thermography Basics Manual Rev 2.1. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/347715557/Thermography-Basics-Manual-Rev-2-1>
- Diaz Tapia, N. (7 de diciembre de 2018). monografias.com. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos15/transf-calor/transf-calor.shtml>
- EcuRed. (14 de Diciembre de 2010). EcuRed. Obtenido de https://www.ecured.cu/Termograf%C3%ADa_Infrarroja



- FLIR. (12 de noviembre de 2017). APLITER TERMOGRAFIA. Obtenido de <https://apliter.com/wp-content/uploads/2019/08/FLIR-E53-Camara-Termografica-84502-0201-Caracteristicas-Edificacion.pdf>
- Gomez Nieto, J. M. (2004). Software Tutorial de Termografía Aplicada a la Ingeniería de Mantenimiento. Tesis de grado. Universidad Industrial de Santander, Facultad Físico Mecánicas, Bucaramanga, Colombia.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación (5ta edición ed.). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Infrarroja, S. T. (7 de octubre de 2019). Espectro Electromagnético. Obtenido de <https://www.termografia.com/paginas/termografia/camaras.htm>
- IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial. (2018). Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial (2da Edición ed.). Boston: IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial. Obtenido de www.IntegraMarkets.com
- ISO 18434-1. (2008). Supervisión de las Condiciones y Diagnóstico de Máquinas-termograficas.
- Kay Electric C.A. (s.f.). Técnicas de Mantenimiento y Pruebas en Equipos Eléctricos Industriales. Valencia, Venezuela. Obtenido de <http://kayelectric.com.ve>
- Medrano Márquez, J. Á., Gonzáles Ajuech, V. L., & Días de León Santiago, V. M. (2017). Mantenimiento. Técnicas y Aplicaciones Industriales (1ra edición ed.). México, México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- Muñoz Abella, M. B. (2003). Mantenimiento Industrial. Leganés, España: Universidad Carlos III de Madrid.
- Neita Duarte, L. Y., & Peña Rodríguez, E. O. (2011). Principios Básicos de la Termografía Infrarroja y su Utilización como Técnica para Mantenimiento Predictivo. Tesis de grado. Universidad Pontificia Bolivariana, Frolidablanca.
- NETA. (1999). Norma: Acceptance Testing Specifications for Electric Power Distribution Equipment and Systems, 1999. .
- Ordoñez Guerrero, A. (15 de Febrero de 2006). Introducción al Mantenimiento Predictivo. Sevilla, España: Universidad de Sevilla - Escuela Universitaria Politécnica.



- OSHA. (2007). OSHA 18001 Occupational Health and Safety Zone. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- PETTIWEG, C. (s.f.). Historia de la Aplicación. FLIR Systems.
- Picazo Rodenas, M. J. (2016). Diagnóstico de Máquinas Eléctricas Mediante Técnicas de Termografía Infrarroja. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Pilamunga Ubidia, J. M. (2009). Análisis del Factor de Carga y del Factor de Diversidad para el Diseño Eléctrico de Centros Comerciales Populares del Municipio de Quito. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito.
- Ramirez Castaño, S. (2004). Redes de Distribución de Energía (3ra edición ed.). Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Santos Gómez, M. (18 de Marzo de 2018). Estos soLos Principales Fallos de Componentes Electrónicos que Condenan los Dispositivos a Muerte. Obtenido de HARDZONE: <https://hardzone.es/2018/03/18/causas-fallos-dispositivos-electronicos/>
- SEMAPI. (9 de octubre de 2019). Ventajas de la Inspección Termográfica. Obtenido de <http://www.oilproduction.net/files/Termografia.pdf>
- SYSTEMS, F. (7 de febrero de 2006). ThermaCAM P65. Obtenido de http://userequip.com/files/specs/5609/P65_user%20manual.pdf
- VICO, G. (3 de noviembre de 2019). Grupo VICO. Obtenido de <http://grupo-vico.blogspot.com/2013/10/el-uso-de-la-termografia-en-la.html>
- Yañez Nieto, I., & Martínez Roldán, M. A. (2009). Termografía Infrarroja como Técnica de Diagnostico a Equipos de Menos de 34.5kV. Tesis. Instituto Politécnico Nacional, México.

ANEXOS

ANEXO A: GRÁFICAS ESTADÍSTICAS DE LAS INTERRUPCIONES DEL SERVICIO ELÉCTRICO JULIACA.

- Interrupciones por tipo de instalaciones del servicio eléctrico Juliaca (periodo de información: enero hasta diciembre del 2018).

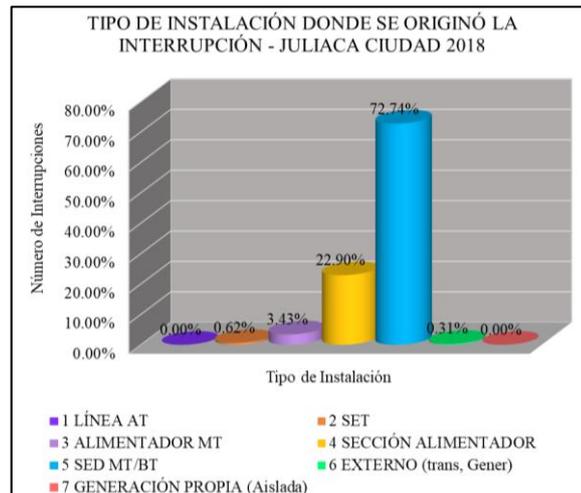


Figura N°A.1: Tipo de Instalación Donde se Originó la Interrupción-Juliaca Ciudad.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

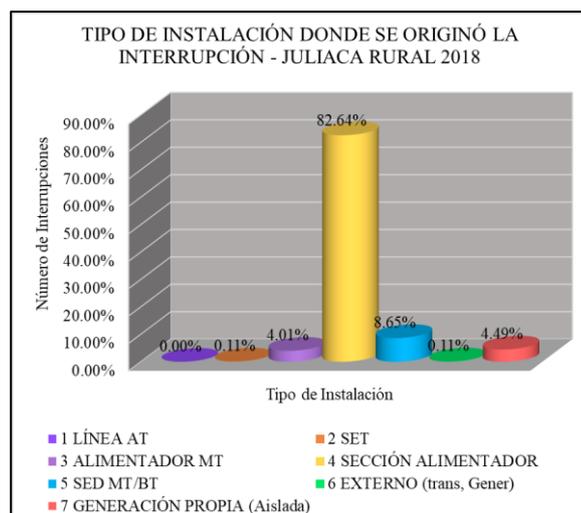


Figura N°A.2: Tipo de Instalación Donde se Originó la Interrupción-Juliaca Rural.

Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo a las gráficas mostradas: en la Figura N°A.1 podemos observar que en la ciudad de Juliaca la mayor cantidad de interrupciones se producen en las SED con un 72.74%, seguido de SECCIÓN ALIMENTADOR con 22.90%; mientras que en la Figura N°A.2, podemos observar que en Juliaca rural la mayor cantidad de interrupciones se producen en las SECCIÓN ALIMENTADOR con un 82.64% y que las interrupciones de SED solo alcanzan el 8.65%. Entonces, de acuerdo a esta información podemos validar lo expuesto en el “Planteamiento del Problema”, qué la mayor cantidad de interrupciones que afectan a las SED se producen en la ciudad de Juliaca.

- Las interrupciones más frecuentes que se producen en la ciudad de Juliaca (periodo de información: enero hasta diciembre del 2018).

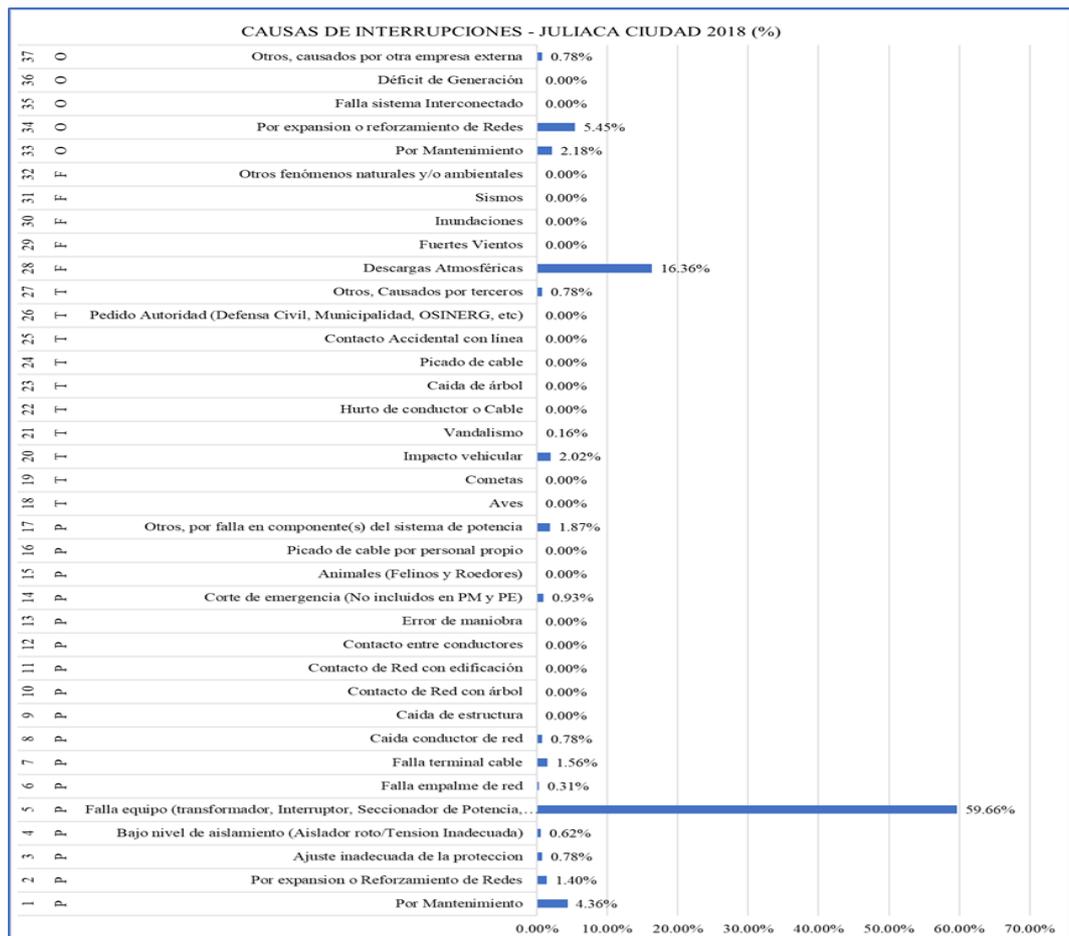


Figura N°A.3: Causas de Interrupciones Más Frecuentes en la Ciudad de Juliaca.

Elaborado por el equipo de trabajo.



(*) donde: P=propios, T=terceros, F=fenómenos naturales, O=otros.

Según la Figura N°A.3, podemos observar que en la ciudad de Juliaca las interrupciones más frecuentes son producidas por fallas propias de los equipos y componentes, como: FALLA EQUIPO con un 59.66% (383 interrupciones), seguido de POR MANTENIMIENTO con un 4.36% (28 interrupciones) y por OTROS con un 1.87% (12 interrupciones); mientras que por otro tipo fallas tenemos a las: DESCARGAS ATMOSFÉRICAS con un 16.36% (105 interrupciones) y por EXPANSIÓN Y REFORZAMIENTO DE REDES con un 5.45% (35 interrupciones).

ANEXO B: MUESTRA DE BASE DE DATOS OBTENIDOS DE LOS MEDIDORES TOTALIZADORES Y DEL REGISTRO DE INTERRUPCIONES - JULIACA.

Lecturas de los **Medidores Totalizadores**, del periodo enero hasta diciembre del 2018.

LECTURAS DE MEDIDOR TOTALIZADOR Y AP				
PRIMERA		N° SED 5004015		
Fecha de lectura viernes, 9 de Febrero de 2018				
Medidor Totalizador		Medidor alumbrado público		
N° Serie:	50002794	N° Serie:	13038003	
Lectura	409897.9	Lectura	21422.4	
Modelo	ACE 6000	Modelo	HXE34K	
Año Fab.	2008	Año Fab.	2013	
Lecturas	Descripción	OBIS	Cód. Lec.	Valor
Actual	Energía Total		2	1409697.9
	Energía HP		3	405132.0
	Energía FP		4	1004566.0
	Demanda HP		5	106.20
	Demanda FP		6	92.06
	Energía Reactiva		7	188159.6
	Energía Total		8	394721.9
	Energía HP		9	400986.0
	Energía FP		10	993734.0
	Demanda HP		11	113.96
	Demanda FP		12	95.01
	Energía Reactiva		13	186403.4
	Fecha		14	09/02/2017
	Hora		15	10:49

LECTURAS DE MEDIDOR TOTALIZADOR Y AP				
SEGUNDA		N° SED 5004015		
Fecha de lectura viernes, 9 de Febrero de 2018				
Medidor Totalizador		Medidor alumbrado público		
N° Serie:	50002794	N° Serie:	13038003	
Lectura	409897.9	Lectura	21422.4	
Modelo	ACE 6000	Modelo	HXE34K	
Año Fab.	2008	Año Fab.	2013	
Lecturas	Descripción	OBIS	Cód. Lec.	Valor
PADRON Totalizador y AP				

Fuente: ELP.U.

Registro de Interrupciones de la ciudad de Juliaca, del periodo enero hasta diciembre del 2018.

INFO DE INTERRUPCION	MES	TIPO INTERRUPCION	FASES AFECTADAS EN LA INTERRUPCION	RESPON S IER TABLA	RELE O ELEMENTO QUE ACTUO EN LA PROTECCION (CON SIN COORDENADAS LIT)	DESCRIPCION DE LA SOLUCION	ZONAS AFECTADAS O SUBESTACIONES AFECTADAS	TIPO VER TABLA	DESCRIPCION	CODIGO INSTALAC (ALIMENTACION ORI)	TIPO VER TABLA	DESCRIPCION	CODIGO INSTALAC (ALIMENTACION ORI)	FECHA Y HORA DE INICIO DE INTERRUPCION	FECHA Y HORA DE REPOSICION
1	Enero	No Programada	RST	ELPU	50040025 - RST INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO URB. LOS ROSALES 050504025 (U-30444L2, U-0259143)	REACTIVACION DE TERMO MAGNETICO	500402	4	SEDIHTBT	5004	5	SEDIHTBT	5004	01/02/2018 19:27:00	01/02/2018 21:00:00
2	Enero	No Programada	R	ELPU	50040027 - R SECCIONAMIENTO DE ARRANQUE DE MOTOR CONCHA (U-37402L, U-022495)	CAMBIO DE AISLADORES Y CIERRE DE SECCIONAMIENTO	500403	3	SEDIHTBT	5009	4	SEDIHTBT	5009	02/02/2018 11:08:00	02/02/2018 16:00:00
3	Enero	No Programada	RST	ELPU	50040024 - RST INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO URB. PUNO TABARACHO (U-37402L, U-022495)	REACTIVACION DE INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO	500404	4	SEDIHTBT	5007	5	SEDIHTBT	5007	03/02/2018 13:20:00	03/02/2018 15:00:00
4	Enero	No Programada	RST	ELPU	Interruptor - Alumbrado 5004	REACTIVACION DE INTERRUPTOR DE POTENCIA	500405, 500406, 500407, 500408, 500409, 500410, 500411, 500412, 500413, 500414, 500415, 500416, 500417, 500418, 500419, 500420, 500421, 500422, 500423, 500424, 500425, 500426, 500427, 500428, 500429, 500430, 500431, 500432, 500433, 500434, 500435, 500436, 500437, 500438, 500439, 500440, 500441, 500442, 500443, 500444, 500445, 500446, 500447, 500448, 500449, 500450, 500451, 500452, 500453, 500454, 500455, 500456, 500457, 500458, 500459, 500460, 500461, 500462, 500463, 500464, 500465, 500466, 500467, 500468, 500469, 500470, 500471, 500472, 500473, 500474, 500475, 500476, 500477, 500478, 500479, 500480, 500481, 500482, 500483, 500484, 500485, 500486, 500487, 500488, 500489, 500490, 500491, 500492, 500493, 500494, 500495, 500496, 500497, 500498, 500499, 500500	2	SEDIHTBT	5006	5	SEDIHTBT	5006	05/02/2018 06:38:00	05/02/2018 06:00:00
5	Enero	No Programada	RST	ELPU	50040094 - RST INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO URB. COLHENA DEL NORDE 5004094 (U-30444L2, U-0259143)	REPOSICION DE TERMINALES Y REACTIVACION DE TERMO MAGNETICO	5004026	4	SEDIHTBT	5004	5	SEDIHTBT	5004	05/02/2018 08:45:00	05/02/2018 10:00:00
6	Enero	No Programada	RST	ELPU	50040094 - RST INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO URB. COLHENA DEL NORDE 5004094 (U-30444L2, U-0259143)	REACTIVACION DE INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO	5004025	4	SEDIHTBT	5004	5	SEDIHTBT	5004	07/02/2018 07:43:00	07/02/2018 15:00:00
7	Enero	No Programada	I	ELPU	50040094 - I SECCIONAMIENTO URB. LARAYCOSA 5004094 (U-37402L, U-022495)	CIERRE DE SECCIONAMIENTO	500406	4	SEDIHTBT	5006	5	SEDIHTBT	5006	10/02/2018 17:00:00	10/02/2018 19:00:00
8	Enero	No Programada	RST	ELPU	50040025 - RST INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO URB. LOS ROSALES 050504025 (U-30444L2, U-0259143)	REPOSICION DE CABLES Y REACTIVACION DE TERMO MAGNETICO	5004026	4	SEDIHTBT	5006	5	SEDIHTBT	5006	10/02/2018 15:11:00	10/02/2018 20:00:00
9	Enero	No Programada	R	ELPU	50040094 - R SECCIONAMIENTO DE ARRANQUE DE MOTOR CONCHA 5004094 (U-37402L, U-022495)	CIERRE DE SECCIONAMIENTO	500406, 500407, 500408, 500409, 500410, 500411, 500412, 500413, 500414, 500415, 500416, 500417, 500418, 500419, 500420, 500421, 500422, 500423, 500424, 500425, 500426, 500427, 500428, 500429, 500430, 500431, 500432, 500433, 500434, 500435, 500436, 500437, 500438, 500439, 500440, 500441, 500442, 500443, 500444, 500445, 500446, 500447, 500448, 500449, 500450, 500451, 500452, 500453, 500454, 500455, 500456, 500457, 500458, 500459, 500460, 500461, 500462, 500463, 500464, 500465, 500466, 500467, 500468, 500469, 500470, 500471, 500472, 500473, 500474, 500475, 500476, 500477, 500478, 500479, 500480, 500481, 500482, 500483, 500484, 500485, 500486, 500487, 500488, 500489, 500490, 500491, 500492, 500493, 500494, 500495, 500496, 500497, 500498, 500499, 500500	4	SEDIHTBT	5006	5	SEDIHTBT	5006	10/02/2018 19:00:00	10/02/2018 19:00:00
10	Enero	No Programada	RST	ELPU	50040025 - RST INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO URB. LOS ROSALES 050504025 (U-30444L2, U-0259143)	CAMBIO DE SECCIONAMIENTO Y ACTIVACION DE SECCIONAMIENTO DE ARRANQUE	500406, 500407, 500408, 500409, 500410, 500411, 500412, 500413, 500414, 500415, 500416, 500417, 500418, 500419, 500420, 500421, 500422, 500423, 500424, 500425, 500426, 500427, 500428, 500429, 500430, 500431, 500432, 500433, 500434, 500435, 500436, 500437, 500438, 500439, 500440, 500441, 500442, 500443, 500444, 500445, 500446, 500447, 500448, 500449, 500450, 500451, 500452, 500453, 500454, 500455, 500456, 500457, 500458, 500459, 500460, 500461, 500462, 500463, 500464, 500465, 500466, 500467, 500468, 500469, 500470, 500471, 500472, 500473, 500474, 500475, 500476, 500477, 500478, 500479, 500480, 500481, 500482, 500483, 500484, 500485, 500486, 500487, 500488, 500489, 500490, 500491, 500492, 500493, 500494, 500495, 500496, 500497, 500498, 500499, 500500	3	SEDIHTBT	5006	4	SEDIHTBT	5006	11/02/2018 05:35:00	11/02/2018 07:00:00
11	Enero	No Programada	RST	ELPU	50040025 - RST INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO URB. LOS ROSALES 050504025 (U-30444L2, U-0259143)	REACTIVACION DE INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO	500407	4	SEDIHTBT	5009	5	SEDIHTBT	5009	11/02/2018 17:35:00	11/02/2018 18:00:00

Fuente: ELP.U.

ANEXO C: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA

FLIR E53.



Distribuidor Oficial · www.apliter.com



APLICACIONES ELÉCTRICAS / MECÁNICAS

FLIR EXX-SERIES™

Las cámaras E7s, E8s, E9s y la cámara termográfica avanzada E53 de nivel básico de FLIR ofrecen la resolución superior y el rendimiento de rango necesarios para identificar rápidamente puntos calientes y detectar posibles puntos de fallos en sistemas mecánicos y de distribución eléctrica. Las cámaras de la serie Exx, con una resolución de hasta 161 472 píxeles y una pantalla LCD más nítida que ninguna otra cámara termográfica de empuñadura de pistola, hace que resulte más fácil que nunca diagnosticar los problemas, incluso a distancia. Evite costosas interrupciones y tiempo de producción perdido mediante ruinas de mantenimiento predictivo periódicas con estas cámaras resistentes e intuitivas.

www.flir.com/Exx-Series



Mejore la fiabilidad de la planta

Los fallos en el equipamiento son costosos y pueden afectar a la entrega a tiempo, por lo que es importante encontrar pronto los problemas ocultos.

- Detectores de infrarrojos de alta resolución, de hasta 161 x 318, para imágenes nítidas y detalladas
- Intervalos amplios de temperatura con calibraciones opcionales hasta 1500 °C (2732 °F)
- Rendimiento superior por tamaño de punto para mediciones precisas en objetivos más pequeños y distantes
- Enfoque automático* asistido por láser para una identificación precisa de puntos calientes, incluso en escenas saturadas

Aumente la seguridad de la planta

Las cámaras de la serie Lxx le ayudan a diagnosticar problemas eléctricos y mecánicos y a identificarlos antes de que provoquen incendios o explosiones

- Detecte diferencias de temperatura de tan solo $0,04\text{ }^\circ\text{C}$ (lente de 24°) para identificar de inmediato componentes que fallen
- Las lentes intercambiables* ofrecen una cobertura completa de objetivos cercanos y lejanos
- Las lentes se calientan automáticamente* con la cámara para obtener las lecturas de temperatura más precisas
- La mejora de imagen MSX® afina profundidad y detalle a la imagen

Haga su trabajo más fácil

FLIR ha diseñado sus cuatro cámaras de la serie Lxx con características que simplifican sus tareas diarias.

- Pantalla táctil de respuesta rápida con una intuitiva interfaz de usuario
- Los cómodos botones de menú permiten el uso con una sola mano.
- La nueva estructura de carretas y de nomenclatura facilita encontrar las imágenes
- Conéctese por wifi con dispositivos móviles o por ME|ERLINK® con medidores de tensión o multímetros FLIR

*modelos L75, L85, L95

ESPECIFICACIONES

Características por cámara	E53	E75	E85	E95
Resolución IR UltraMax™	240 × 180 (43 200 píxeles)	320 × 240 (76 800 píxeles)	384 × 288 (110 592 píxeles)	464 × 348 (161 472 píxeles)
Intervalo de temperatura del objeto	De -20 °C a 120 °C (de -4 °F a 248 °F) De 0 °C a 650 °C (de 32 °F a 1200 °F)	De -20 °C a 120 °C (de -4 °F a 248 °F) De 0 °C a 650 °C (de 32 °F a 1200 °F) Opcional De 300 °C a 1000 °C (de 572 °F a 1830 °F)	De -20 °C a 120 °C (de -4 °F a 248 °F) De 0 °C a 650 °C (de 32 °F a 1200 °F) De 300 °C a 1200 °C (de 572 °F a 2192 °F)	De -20 °C a 120 °C (de -4 °F a 248 °F) De 0 °C a 650 °C (de 32 °F a 1200 °F) De 300 °C a 1500 °C (de 572 °F a 2732 °F)
Enfoque	Manual	Medidor de distancia láser (LDM, por sus siglas en inglés) continuo de un disparo, contraste de un disparo, manual	Medidor de distancia láser (LDM, por sus siglas en inglés) continuo de un disparo, contraste de un disparo, manual	Medidor de distancia láser (LDM, por sus siglas en inglés) continuo de un disparo, contraste de un disparo, manual
Time-lapse (infrarrojo)	—	—	—	De 10 segundos a 24 horas
Medición de área con láser	—	—	Sí	Sí
Medición a distancia con láser	—	Sí, en pantalla	Sí, en pantalla	Sí, en pantalla
Valores preestablecidos de medida	Sin medición, punto central, punto caliente, punto frío, tres puntos, punto caliente-punto*	Sin medición, punto central, punto caliente, punto frío, valor preestablecido de usuario 1, valor preestablecido de usuario 2	Sin medición, punto central, punto caliente, punto frío, valor preestablecido de usuario 1, valor preestablecido de usuario 2	Sin medición, punto central, punto caliente, punto frío, valor preestablecido de usuario 1, valor preestablecido de usuario 2
Medidor puntual	3 en modo en directo	1 en modo en directo	3 en modo en directo	3 en modo en directo
Área	1 en modo en directo	1 en modo en directo	3 en modo en directo	3 en modo en directo
Imagen en imagen	Área infrarroja centrada en la imagen visual	Redimensionable y móvil	Redimensionable y móvil	Redimensionable y móvil

Características comunes

Tipo y Pitch del detector	Microbolómetro no refrigerado, 17 µm
Sensibilidad térmica/NETD	<0,04 °C a 30 °C (86 °F), lente de 24°
Rango espectral	De 7,5 a 14,0 µm
Frecuencia de imagen	30 Hz
Campo de visión (FOV)	42° × 32° (lente de 10 mm), 24° × 18° (lente de 18 mm), 14° × 10° (lente de 29 mm)
Número F	f/1,3
Identificación de la lente	Automático
Zoom digital	De 1-4x continuo

Presentación de imagen y modos

Pantalla	Pantalla LCD táctil de 4" y 640 × 480 píxeles con rotación automática
Cámara digital	5 MP, campo de visión 53° × 41°
Paletas de colores	Hierro, gris, arcoíris, ártica, lava, arcoíris HC
Modos de imagen	Infrarrojos, visual, MSX™, imagen en imagen
MSX™	Estampa detalles visuales en la imagen térmica en resolución completa

Medición y análisis

Precisión	±2 °C (±3,6 °F) o ±2% de lectura, para temperatura ambiente de 15 °C a 35 °C (de 59 °F a 95 °F) y temperatura del objeto superior a 0 °C (32 °F)
Alarmas	Humedad, aislamiento y medición
Alarma de color (isoterma)	Por encima/por debajo/intervalo/condensación/aislamiento
Brújula, GPS	Sí; etiquetado de imágenes automático por GPS
METERLINK™	Sí; varias lecturas
Puntero láser	Sí; botón específico para esta función

*Medición delta de punto caliente a punto central

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

Para consultar las especificaciones más recientes, visite www.flir.com

Almacenamiento de imágenes

Soporte de almacenamiento	Tarjeta SD extraíble (8 GB)
Formato de archivo de imagen	JPEG estándar con datos de medición incluidos

Grabación y transmisión de vídeo

Grabación de vídeo IR radiométrico	Grabación radiométrica en tiempo real (.csq)
Vídeo en flujo continuo IR no radiométrico o visual	H.264 en tarjeta de memoria
Transmisión de vídeo IR radiométrico	Sí, por UVC o wifi
Transmisión de vídeo IR no radiométrico	H.264 o MPEG-4 por wifi MJPEG por UVC o wifi
Interfases de comunicación	USB 2.0, Bluetooth, wifi, DisplayPort
Salida de vídeo	DisplayPort por USB tipo C

Datos adicionales

Tipo de batería	Batería de iones de litio, cargada en la cámara o en un cargador aparte
Duración de la batería	Aprox. 2,5 horas a 25 °C (77 °F) de temperatura ambiente y uso típico
Intervalo de temperatura de trabajo	De -15 °C a 50 °C (de 5 °F a 122 °F)
Intervalo de temperatura de almacenamiento	De -40 °C a 70 °C (de -40 °F a 158 °F)
Choque/vibración/protección; seguridad	25 g / IEC 60068-2-27, 2 g / IEC 60068-2-6, IP 54 / IEC 60529; EN/UL/CSA/PSE 60950-1
Peso/Dimensiones	1 kg (2,2 lbs), 27,8 × 11,6 × 11,3 cm (11,0 × 4,6 × 4,4 in)

Contenido de la caja

Cámara de infrarrojos con lente, batería (2 ea), cargador de batería, protección frontal, correas (mano, muñeca), maletín de transporte rígido, correas, tapas de la lente, paño de limpieza de lente, fuentes de alimentación, tarjeta SD de 8 GB, llave Torx, cables (USB 2.0 A a USB tipo C, USB tipo C a USB tipo C, USB tipo C a HDMI)

FLIR Portland
Corporate Headquarters
Flir Systems, Inc.
27700 SW Parkway Ave.
Wilsonville, OR 97070
USA
PH: +1 886.477.3687

FLIR Commercial Systems
Avenida de Bruselas, 15- 3º
28108 Alcobendas (Madrid)
España
Tel. : +34 91 573 48 27
Fax. : +34 91 662 97 48
E-mail : flir@flir.com

www.flir.com
NASDAQ: FLIR

Los equipos descritos en este documento pueden requerir la autorización del Gobierno de EE. UU. para su exportación. Quedan prohibidas las desviaciones contrarias a la ley de EE. UU. Las imágenes utilizadas tienen una función meramente informativa. Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. ©2018 FLIR Systems, Inc. Todos los derechos reservados. (01/18)

17-3307-INS-Exx MFG



The World's Sixth Sense™

Fuente: (FLIR, 2017)



**ANEXO D: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA CÁMARA
TERMOGRÁFICA FLIR E53.**

Calibration Certificate

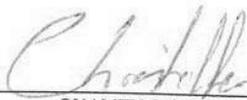
Model FLIR E53

Serial No. 476003376

Calibration Site FLIR Systems AB, Sweden

Calibration Date November 12, 2017

This is to certify that the calibration of the camera identified above is carried out using radiation sources that are traceable to National Standards at the *SP Technical Research Institute of Sweden* or to *NIST, National Institute of Standards and Technology* (USA).



QUALITY CONTROL



FLIR SYSTEMS AB · P.O. BOX 3 · SE-182 11 DANDERYD · SWEDEN
TELEPHONE +46 8 753 25 00 · TELEFAX +46 8 753 23 64

Fuente: (FLIR, 2017)



ANEXO E: RESULTADOS DEL CÁLCULO DE FACTOR DE CARGA REALIZADO A LAS 374 SED DE LA CIUDAD DE JULIACA.

LISTADO DE CÁLCULO DE FACTOR DE CARGA REALIZADO A LAS SED DE LA CIUDAD DE JULIACA-2018														
FACTOR DE POTENCIA 0.96														
BASE DE DATOS					FC (HP)		FC (HFP)		FACTOR DE CARGA DM					
N°	SED	DIRECCIÓN	FASES	POT INST	DEMANDA		HP	% HP	HFP	% HFP	DM	FC	%FC	ESTADO DE FUNCIONAMIENTO
					HP	HFP								
1	5004780	URB. TAMBOPATA	TRIF	100	20.89	26.45	0.218	22%	0.276	28%	26.45	0.276	28%	NORMAL
2	5004790	URB. TAMBOPATA (PLAZA)	TRIF	75	19.45	19.45	0.270	27%	0.270	27%	19.45	0.270	27%	NORMAL
3	5005350	HABITACIONES HUMANAS	TRIF	80	65.09	57.74	0.848	85%	0.752	75%	65.09	0.848	85%	ALTO
4	5007064	URBANIZACION 20 DE ENERO I	TRIF	160	1.357	1.559	0.009	1%	0.010	1%	1.56	0.010	1%	BAJO
5	5007068	URBANIZACION 20 DE ENERO II	TRIF	160	44.82	36.4	0.292	29%	0.237	24%	44.82	0.292	29%	NORMAL
6	5007260	URBANIZACION APIRAJ 1	TRIF	75	22.09	52.08	0.307	31%	0.723	72%	52.08	0.723	72%	NORMAL
7	5007270	URBANIZACION APIRAJ 2	TRIF	160	20.50	58.73	0.133	13%	0.382	38%	58.73	0.382	38%	NORMAL
8	5007280	URBANIZACION APIRAJ 3	TRIF	100	30.66	60.06	0.319	32%	0.626	63%	60.06	0.626	63%	NORMAL
9	5007290	URBANIZACION APIRAJ 4	TRIF	160	26.86	26.97	0.175	17%	0.176	18%	26.97	0.176	18%	BAJO
10	5007296	MILLA SAN ROMAN 1	TRIF	160	28.44	22.42	0.185	19%	0.146	15%	28.44	0.185	19%	BAJO
11	5007298	MILLA SAN ROMAN 2	TRIF	160	31.54	22.78	0.205	21%	0.148	15%	31.54	0.205	21%	NORMAL
12	5007460	URBANIZACION VILLAPARISO	TRIF	100	20.30	19.15	0.211	21%	0.199	20%	20.30	0.211	21%	NORMAL
13	5007530	CARACOTO	TRIF	100	21.45	19.00	0.223	22%	0.198	20%	21.45	0.223	22%	NORMAL
14	5007540	CARACOTO	TRIF	100	17.47	17.5	0.182	18%	0.182	18%	17.50	0.182	18%	BAJO
15	5008010	28 DE JULIO CERRO COLO RADO	TRIF	100	140.58	138.67	1.464	146%	1.444	144%	140.58	1.464	146%	CRITICO
16	5008020	MARIANO PANDIA	TRIF	160	70.74	59.38	0.461	46%	0.387	39%	70.74	0.461	46%	NORMAL
17	5008055	JR. 2 DE MAYO ESQ. CON LA RIEL	TRIF	320	213.58	199.38	0.695	70%	0.649	65%	213.58	0.695	70%	NORMAL
18	5008060	TUMBES	TRIF	200	211.70	184.05	1.103	110%	0.959	96%	211.70	1.103	110%	CRITICO
19	5008080	TUMBES - LAMBAYEQUE	TRIF	250	142.45	140.94	0.594	59%	0.587	59%	142.45	0.594	59%	NORMAL
20	5004015	URB. PORT EDO	TRIF	100	61.96	56.01	0.645	65%	0.583	58%	61.96	0.645	65%	NORMAL
21	5004020	ANEXO URB. NUEVAESPERANZA	TRIF	100	68.96	49.41	0.718	72%	0.515	51%	68.96	0.718	72%	NORMAL
22	5004030	ANEXO URB. NUEVAESPERANZA	TRIF	100	77.60	69.18	0.808	81%	0.721	72%	77.60	0.808	81%	ALTO
23	5004040	URB. VILLASAN JACINTO	MONO	100	44.74	49.85	0.466	47%	0.519	52%	49.85	0.519	52%	NORMAL
24	5004050	URB. SAN SANTIAGO	TRIF	160	52.97	15.50	0.345	34%	0.226	23%	52.97	0.345	34%	NORMAL
25	5004053	ANEXO URB. LOS INCAS	TRIF	50	16.42	9.34	0.342	34%	0.195	19%	16.42	0.342	34%	NORMAL
26	5004060	ANEXO URB. SAN ISID RO	TRIF	100	48.56	38.56	0.506	51%	0.402	40%	48.56	0.506	51%	NORMAL
27	5004070	URB. SAN SANTIAGO	TRIF	80	49.79	40.98	0.648	65%	0.534	53%	49.79	0.648	65%	NORMAL
28	5004080	URB. LOS INCAS	TRIF	160	109.03	96.07	0.710	71%	0.625	63%	109.03	0.710	71%	NORMAL
29	5004090	PROLONGACION LOS INCAS	TRIF	75	57.92	51.82	0.804	80%	0.720	72%	57.92	0.804	80%	ALTO
30	5004095	URB. ANEXO PROLOGACION LOS INCAS	TRIF	37	31.26	29.1	0.880	88%	0.819	82%	31.26	0.880	88%	ALTO
31	5004100	URB. LOS ANGELES	TRIF	160	64.80	49.25	0.422	42%	0.321	32%	64.80	0.422	42%	NORMAL
32	5004110	URB. VILLA HERMOZA DEL MISTI	TRIF	160	2.944	3.009	0.019	2%	0.020	2%	3.01	0.020	2%	BAJO
33	5004120	URB. SAN FRANCISCO	TRIF	200	116.69	98.54	0.608	61%	0.513	51%	116.69	0.608	61%	NORMAL
34	5004140	URB. SAN FRANCISCO	TRIF	80	70.56	52.06	0.919	92%	0.678	68%	70.56	0.919	92%	ALTO
35	5004150	URB. MIRAFLORES	TRIF	160	91.85	90.05	0.598	60%	0.586	59%	91.85	0.598	60%	NORMAL
36	5004160	AMPLIACION 3 DE OCTUBRE	TRIF	100	46.94	39.14	0.489	49%	0.408	41%	46.94	0.489	49%	NORMAL
37	5004180	URB. INDEPENDENCIA	TRIF	250	78.00	64.12	0.325	33%	0.267	27%	78.00	0.325	33%	NORMAL
38	5004190	URB. INDEPENDENCIA	TRIF	250	95.64	74.52	0.399	40%	0.311	31%	95.64	0.399	40%	NORMAL
39	5004193	URB. COLLASUYO	TRIF	100	45.22	32.42	0.471	47%	0.338	34%	45.22	0.471	47%	NORMAL
40	5004195	URB. COLLASUYO	TRIF	160	62.38	41.42	0.406	41%	0.270	27%	62.38	0.406	41%	NORMAL
41	5004200	URB. LOS ANGELES DE LA CIUDAD NUEVA	TRIF	100	26.08	23.2	0.272	27%	0.242	24%	26.08	0.272	27%	NORMAL
42	5004203	URB. IMARUCOS	TRIF	160	19.54	11.14	0.127	13%	0.073	7%	19.54	0.127	13%	BAJO
43	5004210	URB. LA REVOLUCION	TRIF	100	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0.000	0%	BAJO
44	5004220	URB. VILLA FATIMA	TRIF	160	64.92	70.51	0.423	42%	0.459	46%	70.51	0.459	46%	NORMAL
45	5004230	URB. VILLA FATIMA	TRIF	160	41.06	28.13	0.267	27%	0.183	18%	41.06	0.267	27%	NORMAL
46	5004240	URB. MARIANO MELGAR	TRIF	100	14.38	12.85	0.150	15%	0.134	13%	14.38	0.150	15%	BAJO
47	5004250	ANEXO URB. MARIANO MELGAR	TRIF	100	111.57	105.74	1.162	116%	1.101	110%	111.57	1.162	116%	CRITICO
48	5004260	URB. LA VICTORIA	TRIF	75	99.80	89.2	1.386	139%	1.239	124%	99.80	1.386	139%	CRITICO
49	5004270	URB. SAN MARTIN DE PORRES	TRIF	100	20.15	19.3	0.210	21%	0.201	20%	20.15	0.210	21%	NORMAL
50	5004280	URB. Sr. DE HUANCA	TRIF	100	60.55	49.54	0.631	63%	0.516	52%	60.55	0.631	63%	NORMAL
51	5004290	URB. PUEBLO LIBRE	TRIF	160	54.00	45.62	0.352	35%	0.297	30%	54.00	0.352	35%	NORMAL
52	5004300	URB. Sr DE LOS MILAGROS	TRIF	160	54.79	45.58	0.357	36%	0.297	30%	54.79	0.357	36%	NORMAL
53	5004310	URB. Sr DE LOS MILAGROS	TRIF	160	36.12	30.72	0.235	24%	0.200	20%	36.12	0.235	24%	NORMAL
54	5004320	URB. DOS DE MAYO	TRIF	100	19.45	18.45	0.203	20%	0.192	19%	19.45	0.203	20%	NORMAL
55	5004325	URB. SAN JUAN BAUTISTA	TRIF	100	40.06	30.48	0.417	42%	0.318	32%	40.06	0.417	42%	NORMAL
56	5004327	URB. SAN JUAN BAUTISTA	TRIF	100	36.56	27.22	0.381	38%	0.284	28%	36.56	0.381	38%	NORMAL
57	5004330	C.P. LA MCTORIA	TRIF	100	18.18	12.64	0.189	19%	0.132	13%	18.18	0.189	19%	BAJO
58	5004340	ANEXO DOS DE MAYO, VILLA EL SALVADOR	TRIF	100	36.13	24.27	0.376	38%	0.253	25%	36.13	0.376	38%	NORMAL
59	5004344	URB. Sr. DE LOS MILAGROS	TRIF	160	59.30	41.83	0.386	39%	0.272	27%	59.30	0.386	39%	NORMAL
60	5004345	URB. Sr. DE LOS MILAGROS	TRIF	160	34.25	22.63	0.223	22%	0.147	15%	34.25	0.223	22%	NORMAL
61	5004347	URB. Sr. DE LOS MILAGROS	TRIF	160	38.14	28.75	0.248	25%	0.187	19%	38.14	0.248	25%	NORMAL
62	5004350	URB. SAN JOSE	TRIF	100	63.02	57.06	0.656	66%	0.594	59%	63.02	0.656	66%	NORMAL
63	5004360	URB. SAN JOSE	TRIF	100	116.66	103.38	1.215	122%	1.077	108%	116.66	1.215	122%	CRITICO
64	5004370	URB. SAN CARLOS	TRIF	100	43.10	40.29	0.449	45%	0.420	42%	43.10	0.449	45%	NORMAL
65	5004380	URB. SAN JOSE 2	TRIF	100	127.73	121.66	1.331	133%	1.267	127%	127.73	1.331	133%	CRITICO
66	5004390	URB. SANTA ASCUNCION	TRIF	100	71.18	58.73	0.741	74%	0.612	61%	71.18	0.741	74%	NORMAL
67	5004400	URB. HO RACIO ZEBALLOS GANEZ	TRIF	160	57.07	46.51	0.372	37%	0.303	30%	57.07	0.372	37%	NORMAL
68	5004410	URB. HO RACIO ZEBALLOS GANEZ	TRIF	160	57.31	42.94	0.373	37%	0.280	28%	57.31	0.373	37%	NORMAL



69	5004420	URB. HO RACIO ZEBALLOS GANEZ	T R F	100	37.97	27.17	0.396	40%	0.283	28%	37.97	0.396	40%	NO RMAL
70	5004430	URB. HO RACIO ZEBALLOS GANEZ	T R F	160	6.422	54.65	0.418	42%	0.356	36%	64.22	0.418	42%	NO RMAL
71	5004490	URB. AEROPUERTO	T R F	100	48.42	35.01	0.504	50%	0.365	36%	48.42	0.504	50%	NO RMAL
72	5004491	ANEXO AEROPUERTO	T R F	100	45.28	39.04	0.472	47%	0.407	41%	45.28	0.472	47%	NO RMAL
73	5004493	ANEXO AEROPUERTO	T R F	100	48.72	36.86	0.508	51%	0.384	38%	48.72	0.508	51%	NO RMAL
74	5004495	ANEXO AEROPUERTO	T R F	100	63.22	44.21	0.659	66%	0.461	46%	63.22	0.659	66%	NO RMAL
75	5004497	JR. MARAVILLAS CUADRA 2	T R F	100	28.90	28.61	0.301	30%	0.298	30%	28.90	0.301	30%	NO RMAL
76	5004498	URBANIZACION EL CARMEN MAZANA T-AREA VERDE	T R F	160	19.15	19.45	0.125	12%	0.127	13%	19.45	0.127	13%	BAJO
77	5004500	URB. AEROPUERTO	T R F	160	37.66	28.97	0.245	25%	0.189	19%	37.66	0.245	25%	NO RMAL
78	5004510	URB. JORGE CHAMEZ	T R F	100	86.64	74.91	0.903	90%	0.780	78%	86.64	0.903	90%	ALTO
79	5004520	URB. JORGE CHAMEZ	T R F	160	116.28	103.97	0.757	76%	0.677	68%	116.28	0.757	76%	ALTO
80	5004530	AMPLIACION JORGE CHAMEZ	T R F	80	57.10	47.52	0.743	74%	0.619	62%	57.10	0.743	74%	NO RMAL
81	5004540	URB. SANTA CELEDONIA	T R F	160	80.54	57.91	0.524	52%	0.377	38%	80.54	0.524	52%	NO RMAL
82	5004545	URB. SANTA MARCELINA	T R F	80	41.95	32.74	0.546	55%	0.426	43%	41.95	0.546	55%	NO RMAL
83	5004550	URB. SANTA MARCELINA	T R F	75	50.78	39.24	0.705	71%	0.545	55%	50.78	0.705	71%	NO RMAL
84	5004560	URB. GUARDIA CIVIL	T R F	160	63.79	38.98	0.415	42%	0.254	25%	63.79	0.415	42%	NO RMAL
85	5004562	PROLONGACION URB. SANTA CELEDONIA	T R F	75	34.24	26.29	0.476	48%	0.365	37%	34.24	0.476	48%	NO RMAL
86	5004570	URB. SANTA MARIA	T R F	100	70.15	58.2	0.731	73%	0.606	61%	70.15	0.731	73%	NO RMAL
87	5004580	URB. SANTA CATALINA	T R F	75	52.61	39.6	0.731	73%	0.550	55%	52.61	0.731	73%	NO RMAL
88	5004590	URB. SANTA CATALINA	T R F	160	70.08	45.26	0.456	46%	0.295	29%	70.08	0.456	46%	NO RMAL
89	5004600	URB. SANTA MARIA	T R F	250	91.52	72.60	0.381	38%	0.303	30%	91.52	0.381	38%	NO RMAL
90	5004640	URB. MILLA HERMOZA DEL MISTI	T R F	160	85.61	82.42	0.557	56%	0.537	54%	85.61	0.557	56%	NO RMAL
91	5004650	URB. SANTA ROSA	T R F	80	52.13	43.1	0.679	68%	0.561	56%	52.13	0.679	68%	NO RMAL
92	5004660	URB. SANTA ROSA	T R F	160	81.14	55.51	0.528	53%	0.361	36%	81.14	0.528	53%	NO RMAL
93	5004670	URB. SANTA ROSA	T R F	160	108.86	91.73	0.709	71%	0.597	60%	108.86	0.709	71%	NO RMAL
94	5004680	URB. TRES DE OCTUBRE	T R F	100	58.98	46.32	0.614	61%	0.483	48%	58.98	0.614	61%	NO RMAL
95	5004690	URB. SANTA ROSA	T R F	100	75.89	64.15	0.791	79%	0.668	67%	75.89	0.791	79%	ALTO
96	5004700	PROLONGACION MILLA HERMOZA DEL MISTI	T R F	100	62.21	49.68	0.648	65%	0.518	52%	62.21	0.648	65%	NO RMAL
97	5004720	C.P. SAN LUIS	T R F	160	45.55	31.73	0.297	30%	0.207	21%	45.55	0.297	30%	NO RMAL
98	5004730	URB. LOS ANGELES	T R F	160	33.00	22.08	0.215	21%	0.144	14%	33.00	0.215	21%	NO RMAL
99	5004740	ANEXO URB. SAN PEDRO	T R F	160	51.22	35.78	0.333	33%	0.233	23%	51.22	0.333	33%	NO RMAL
100	5004750	URB. SAN FELIPE	T R F	100	69.15	54.93	0.720	72%	0.572	57%	69.15	0.720	72%	NO RMAL
101	5004760	URB. JOSE ANTONIO ENCINAS	T R F	100	28.06	23.06	0.292	29%	0.240	24%	28.06	0.292	29%	NO RMAL
102	5004770	URB. SAN PEDRO	T R F	160	57.17	37.18	0.372	37%	0.242	24%	57.17	0.372	37%	NO RMAL
103	5005360	HABITACIONES HUMANAS	T R F	50	35.02	26.22	0.730	73%	0.546	55%	35.02	0.730	73%	NO RMAL
104	5006010	QUINTA MONTERREY	T R F	50	35.00	30.00	0.729	73%	0.625	63%	35.00	0.729	73%	NO RMAL
105	5006020	TAPARACHI II	T R F	100	20.00	21.00	0.208	21%	0.219	22%	21.00	0.219	22%	NO RMAL
106	5006030	TAPARACHI III	T R F	100	107.00	103.00	1.115	111%	1.073	107%	107.00	1.115	111%	CRITICO
107	5006032	TAPARACHI V ETAPA II	T R F	100	33.00	29.00	0.344	34%	0.302	30%	33.00	0.344	34%	NO RMAL
108	5006034	TAPARACHI V ETAPA III	T R F	100	0.60	0.56	0.006	1%	0.006	1%	0.60	0.006	1%	BAJO
109	5006036	TAPARACHI V ETAPA I	T R F	160	57.00	50.00	0.371	37%	0.326	33%	57.00	0.371	37%	NO RMAL
110	5005155	INTERSECCION DE LAS AVENIDAS CIRCUMVALACION Y JAU	T R F	100	76.74	46.64	0.799	80%	0.486	49%	76.74	0.799	80%	ALTO
111	5006070	Av. America 2	T R F	50	31.00	29.00	0.646	65%	0.604	60%	31.00	0.646	65%	NO RMAL
112	5006080	AMAUTA	T R F	100	71.00	0.00	0.740	74%	0.000	0%	71.00	0.740	74%	NO RMAL
113	5006090	Av. ARGENTINA	T R F	100	56.00	55.00	0.583	58%	0.573	57%	56.00	0.583	58%	NO RMAL
114	5006100	SAN CRISTOBAL	T R F	100	55.95	42.12	0.583	58%	0.439	44%	55.95	0.583	58%	NO RMAL
115	5006105	AMPLIACION SAN CRISTOBAL	T R F	75	40.00	45.00	0.556	56%	0.625	63%	45.00	0.625	63%	NO RMAL
116	5006110	T. AHUANTINSUYO	T R F	80	23.00	23.3	0.299	30%	0.303	30%	23.30	0.303	30%	NO RMAL
117	5006120	FLO RIDA	T R F	100	71.67	66.95	0.747	75%	0.697	70%	71.67	0.747	75%	NO RMAL
118	5006140	CALLAO	T R F	160	110.57	111.02	0.720	72%	0.723	72%	111.02	0.723	72%	NO RMAL
119	5006160	RINCONADA II ARICA	T R F	250	20.00	10.1	0.083	8%	0.042	4%	20.00	0.083	8%	BAJO
120	5006165	PARQUE LA MADRE	T R F	100	21.15	20.11	0.220	22%	0.209	21%	21.15	0.220	22%	NO RMAL
121	5006170	SALVADO R ALLENDE	T R F	100	68.00	0.00	0.708	71%	0.000	0%	68.00	0.708	71%	NO RMAL
122	5006180	RINCONADA III	T R F	100	36.65	39.88	0.382	38%	0.415	42%	39.88	0.415	42%	NO RMAL
123	5006190	MILLA MERCEDES	T R F	100	78.41	71.33	0.817	82%	0.743	74%	78.41	0.817	82%	ALTO
124	5006200	FLO RAL	T R F	50	18.00	15.77	0.375	38%	0.329	33%	18.00	0.375	38%	NO RMAL
125	5006210	SAN APOLINAR	T R F	100	1.12	1.08	0.012	1%	0.011	1%	1.12	0.012	1%	BAJO
126	5006220	KEBUALES	T R F	100	54.58	49.93	0.569	57%	0.520	52%	54.58	0.569	57%	NO RMAL
127	5006250	ALTO RINCONADA	T R F	80	50.98	47.26	0.664	66%	0.615	62%	50.98	0.664	66%	NO RMAL
128	5006260	MANUEL PRADO	T R F	250	211.00	196	0.879	88%	0.817	82%	211.00	0.879	88%	ALTO
129	5006270	JORGE CHAMEZ-UNION	T R F	160	3.249	3.044	0.021	2%	0.020	2%	3.25	0.021	2%	BAJO
130	5006280	JORGE CHAMEZ	T R F	250	3.723	3.571	0.016	2%	0.015	1%	3.72	0.016	2%	BAJO
131	5006300	TRES DE MAYO	T R F	100	110.39	105.93	1.150	115%	1.103	110%	110.39	1.150	115%	CRITICO
132	5006330	AYACUCHO	T R F	250	129.08	124.12	0.538	54%	0.517	52%	129.08	0.538	54%	NO RMAL
133	5006340	CALIXTO ARESTEGUI	T R F	175	2.198	2.154	0.013	1%	0.013	1%	2.20	0.013	1%	BAJO
134	5006350	SANTA CRUZ	T R F	100	115.21	109.53	1.200	120%	1.141	114%	115.21	1.200	120%	CRITICO
135	5006370	MANUF. S. FCO. INDUSTRIAL TEXTIL	T R F	50	0.486	0.467	0.010	1%	0.010	1%	0.49	0.010	1%	BAJO
136	5006380	DOS DE MAYO	T R F	160	154.02	167.14	1.003	100%	1.088	109%	167.14	1.088	109%	CRITICO
137	5006390	RICARDO PALMA-SAN FELIPE	T R F	160	91.95	87.36	0.599	60%	0.569	57%	91.95	0.599	60%	NO RMAL
138	5006400	BELLAVISTA II	T R F	200	132.87	135.33	0.692	69%	0.705	70%	135.33	0.705	70%	NO RMAL
139	5006420	CHO FERES I	T R F	80	69.21	68.00	0.901	90%	0.885	89%	69.21	0.901	90%	ALTO
140	5006430	URB. WCTO R RAUL HAYADE LA TORRE	T R F	100	54.92	50.93	0.572	57%	0.531	53%	54.92	0.572	57%	NO RMAL
141	5006440	URB. MILLA SAUL GONZALEZ	T R F	50	20.15	19.45	0.420	42%	0.405	41%	20.15	0.420	42%	NO RMAL
142	5006450	CHO REFES 2	T R F	100	68.37	49.03	0.712	71%	0.511	51%	68.37	0.712	71%	NO RMAL
143	5006460	URB. ESPINAL 1	T R F	160	67.02	54.46	0.436	44%	0.355	35%	67.02	0.436	44%	NO RMAL
144	5006470	URB. ESPINAL 2	T R F	160	19.45	20.15	0.127	13%	0.131	13%	20.15	0.131	13%	BAJO
145	5006475	URB. VALLESITO	T R F	100	19.30	20	0.201	20%	0.208	21%	20.00	0.208	21%	NO RMAL
146	5006490	URB. CESAR VALLEJO 1	T R F	160	50.42	45.83	0.328	33%	0.298	30%	50.42	0.328	33%	NO RMAL
147	5006500	URB. CESAR VALLEJO 2	T R F	50	20.00	24.04	0.417	42%	0.501	50%	24.04	0.501	50%	NO RMAL



148	5006510	URB. SELVA ALEGRE	T R I F	100	53.50	52.7	0.557	56%	0.549	55%	53.50	0.557	56%	NO RMAL
149	5006513	URB. MLLA SAN JUAN	T R I F	100	30.12	19.15	0.314	31%	0.199	20%	30.12	0.314	31%	NO RMAL
150	5006516	URB. SAN MIGUEL	T R I F	100	19.45	19.15	0.203	20%	0.199	20%	19.45	0.203	20%	NO RMAL
151	5006520	URB. LOS GERANIOS	T R I F	160	6.427	56.92	0.418	42%	0.371	37%	6.427	0.418	42%	NO RMAL
152	5006580	URB. SANT AMONICA	T R I F	80	27.47	23.76	0.358	36%	0.309	31%	27.47	0.358	36%	NO RMAL
153	5006590	URB. SANT AMONICA	T R I F	80	36.72	34.17	0.478	48%	0.445	44%	36.72	0.478	48%	NO RMAL
154	5008090	LIMA	T R I F	160	0.210	0.188	0.001	0%	0.001	0%	0.21	0.001	0%	BAJO
155	5008100	SANDIA - CARLOS LAVAGNA	T R I F	250			0.000	0%	0.000	0%	0.00	0.000	0%	BAJO
156	5008110	PEDRO MLCAPAZA	T R I F	100	142.85	111.67	1.488	148%	1.163	116%	142.85	1.488	149%	CRITICO
157	5008120	RAMON CASTILLA - MARIANO MELGAR	T R I F	160	95.25	91.78	0.620	62%	0.598	60%	95.25	0.620	62%	NO RMAL
158	5008130	PLAZA MANCO CAPAC	T R I F	160	93.12	82.15	0.606	61%	0.535	53%	93.12	0.606	61%	NO RMAL
159	5008140	CARABAYA	T R I F	100	123.88	99.10	1.290	129%	1.032	103%	123.88	1.290	129%	CRITICO
160	5008150	LAGUNA TEMPORAL 1	T R I F	100	3.465	29.54	0.361	36%	0.308	31%	3.465	0.361	36%	NO RMAL
161	5008160	LAGUNA TEMPORAL 2	T R I F	100	96.95	92.81	1.010	101%	0.967	97%	96.95	1.010	101%	CRITICO
162	5008170	LAS MERCEDES 2	T R I F	100	128.82	110.85	1.342	134%	1.155	115%	128.82	1.342	134%	CRITICO
163	5008180	URBANIZACION 28 DE JULIO 1	T R I F	160	63.89	61.05	0.416	42%	0.397	40%	63.89	0.416	42%	NO RMAL
164	5008190	URBANIZACION 28 DE JULIO 2 (DEUSTUA)	T R I F	100	66.18	48.34	0.689	69%	0.504	50%	66.18	0.689	69%	NO RMAL
165	5008200	PROGRESO - INDEPENDENCIA	T R I F	100	29.33	26.86	0.306	31%	0.280	28%	29.33	0.306	31%	NO RMAL
166	5008210	DANIEL ALCIDES CARRION	T R I F	160	88.07	81.78	0.573	57%	0.532	53%	88.07	0.573	57%	NO RMAL
167	5008220	ZARUMILLA	T R I F	160	2.67	2.66	0.017	2%	0.017	2%	2.67	0.017	2%	BAJO
168	5008240	GONZALES PRADA - SAN MARTIN	T R I F	160	3.064	2.989	0.020	2%	0.019	2%	3.06	0.020	2%	BAJO
169	5008250	PIEROLA	T R I F	160	129.01	100.15	0.840	84%	0.652	65%	129.01	0.840	84%	ALTO
170	5008260	RAMON CASTILLA - MOQUEGUA	T R I F	200	191.23	151.60	0.996	100%	0.790	79%	191.23	0.996	100%	ALTO
171	5008270	GONZALES PRADA - LAMBAYEQUE	T R I F	160	3.513	3.475	0.023	2%	0.023	2%	3.51	0.023	2%	BAJO
172	5011710	COM. DE KISPE II	MONO	25	15.26	10.36	0.636	64%	0.432	43%	15.26	0.636	64%	NO RMAL
173	5011860	COM. DE TICANI - 02	MONO	25	0.54	0.44	0.023	2%	0.018	2%	0.54	0.023	2%	BAJO
174	5011060	G R I F O S t a . C E G L I A	MONO	25	23.90	17.64	0.996	100%	0.735	74%	23.90	0.996	100%	ALTO
175	5011070	JULIACA	T R I F	160	44.50	23.66	0.290	29%	0.154	15%	44.50	0.290	29%	NO RMAL
176	5011097	CHIMPA JARANI	MONO	50	7.0	6.0	0.146	15%	0.125	13%	7.00	0.146	15%	BAJO
177	5004795	AV. JOSE MARIA ARGUEAS	T R I F	80	2.442	19.25	0.318	32%	0.251	25%	2.442	0.318	32%	NO RMAL
178	5005095	Interseccion de las Avs Triunfo y Circumvalacion	T R I F	100	12.12	57.79	0.126	13%	0.602	60%	57.79	0.602	60%	NO RMAL
179	5005125	AV EL SOL CON CIRCUMVALACION	T R I F	160	54.74	41.64	0.356	36%	0.271	27%	54.74	0.356	36%	NO RMAL
180	5005400	URB SANT AMONICA II	T R I F	50	2.455	22.01	0.511	51%	0.459	46%	2.455	0.511	51%	NO RMAL
181	5005001	AV Andres Avellano AV Cerro de Pasco	T R I F	125	31.01	30.36	0.258	26%	0.253	25%	31.01	0.258	26%	NO RMAL
182	5005002	AEROPUERTO	T R I F	25	0.442	2.112	0.018	2%	0.088	9%	2.11	0.088	9%	BAJO
183	5008030	INTERSECCION DE LAS AVS TUMBES Y AZANGARO	T R I F	160	3.565	3.463	0.023	2%	0.023	2%	3.57	0.023	2%	BAJO
184	5004004	URB CHILLA JULIACA	T R I F	125	33.88	23.68	0.282	28%	0.197	20%	33.88	0.282	28%	NO RMAL
185	5007415	URB CIUDAD SATELITE UANCV SAB 01 5007415	T R I F	100	42.50	27.56	0.443	44%	0.287	29%	42.50	0.443	44%	NO RMAL
186	5004006	URB MILLAMARIA ANEXO SAN FELIPE	T R I F	100	37.46	28.68	0.390	39%	0.299	30%	37.46	0.390	39%	NO RMAL
187	5004585	URB SANTA CATALINA II	T R I F	80	43.71	30.69	0.569	57%	0.400	40%	43.71	0.569	57%	NO RMAL
188	5005012	URB SANTA ADRIANA II ETAPA	T R I F	75	61.39	49.92	0.853	85%	0.693	69%	61.39	0.853	85%	ALTO
189	5011075	URB SAN AGUSTIN	T R I F	100	22.72	15.63	0.237	24%	0.163	16%	22.72	0.237	24%	NO RMAL
190	5006555	URB DON JULIAN	T R I F	160	37.24	36.16	0.242	24%	0.235	24%	37.24	0.242	24%	NO RMAL
191	5005003	ANEXO SANTA ADRIANA	T R I F	100	16.42	15.12	0.171	17%	0.158	16%	16.42	0.171	17%	BAJO
192	5007033	ESQ. JR. CESAR VALLEJO CON PLAZA	T R I F	75	27.75	18.78	0.385	39%	0.261	26%	27.75	0.385	39%	NO RMAL
193	5004634	AV PERU CON JR. 10 DE JULIO	T R I F	50	21.46	17.04	0.447	45%	0.355	36%	21.46	0.447	45%	NO RMAL
194	5004633	JR. CABANILLAS CON JR. CALIFORNIA	T R I F	50	18.76	14.09	0.391	39%	0.294	29%	18.76	0.391	39%	NO RMAL
195	5004635	JR. 07 DE JUNIO CON CALLE LAS PALMERAS	T R I F	100	32.40	18.79	0.338	34%	0.196	20%	32.40	0.338	34%	NO RMAL
196	5005247	SAN PABLO	T R I F	100	23.18	20.1	0.241	24%	0.209	21%	23.18	0.241	24%	NO RMAL
197	5007514	JR. ALFONSO UGARTE CON JR. EL SALVADOR	T R I F	37	22.96	20.85	0.646	65%	0.587	59%	22.96	0.646	65%	NO RMAL
198	5004010	URB. JUANA MARIA	T R I F	100	78.36	67.8	0.816	82%	0.706	71%	78.36	0.816	82%	ALTO
199	5007591	JR. ALFONSO UGARTE CON MAMA OCLLO	T R I F	100	43.42	38.91	0.452	45%	0.405	41%	43.42	0.452	45%	NO RMAL
200	5007512	JR. DANIEL ALCIDES CON CERRO DE PASCO	T R I F	100	67.09	48.04	0.699	70%	0.500	50%	67.09	0.699	70%	NO RMAL
201	5004007	URB CIUDAD DE LOS VIENTOS	T R I F	100	28.05	24.77	0.292	29%	0.258	26%	28.05	0.292	29%	NO RMAL
202	5004665	AV SAN MARTIN	T R I F	100	10.39	9.6	0.108	11%	0.100	10%	10.39	0.108	11%	BAJO
203	5007122	ASOCIACION PRO VIVIENDA VIRGEN DEL CARMEN	T R I F	100	33.50	25.3	0.349	35%	0.264	26%	33.50	0.349	35%	NO RMAL
204	5004636	URB SOL DE ORO	T R I F	200	37.56	27.48	0.196	20%	0.143	14%	37.56	0.196	20%	BAJO
205	5004656	AV. LOS VIRREYES - JR. NUEVO PERU	T R I F	50	37.69	27.62	0.785	79%	0.575	58%	37.69	0.785	79%	ALTO
206	5005006	JR. JULIO C. TELLO - AV. LAS AMERICAS	T R I F	100	54.50	35.42	0.568	57%	0.369	37%	54.50	0.568	57%	NO RMAL
207	5011458	URBANIZACION TEPRO ESCURI	T R I F	200	23.60	19.80	0.123	12%	0.103	10%	23.60	0.123	12%	BAJO
208	5011653	URB ANEXOS Y AMPLIACION LOS ROSALES	T R I F	50	31.02	22.86	0.646	65%	0.476	48%	31.02	0.646	65%	NO RMAL
209	5005013	URBANIZACION SAN PABLO I ETAPA	T R I F	50	38.21	44.62	0.796	80%	0.930	93%	44.62	0.930	93%	ALTO
210	5006003	SAN JULIAN JULIACA	T R I F	100	30.12	20.00	0.314	31%	0.208	21%	30.12	0.314	31%	NO RMAL
211	5004657	URB. SAN AMP. SAN ISIDRO CACACHI - SAL HNE	T R I F	100	48.12	43.06	0.501	50%	0.449	45%	48.12	0.501	50%	NO RMAL
212	5007034	URB NESTOR CACERES MELASQUEZ	T R I F	100	21.85	17.22	0.228	23%	0.179	18%	21.85	0.228	23%	NO RMAL
213	5007035	URB NESTOR CACERES MELASQUEZ	T R I F	160	33.54	34.02	0.218	22%	0.221	22%	34.02	0.221	22%	NO RMAL
214	5007036	URB NESTOR CACERES MELASQUEZ	T R I F	100	37.17	28.77	0.387	39%	0.300	30%	37.17	0.387	39%	NO RMAL
215	5007037	URB NESTOR CACERES MELASQUEZ	T R I F	100	20.15	19.3	0.210	21%	0.201	20%	20.15	0.210	21%	NO RMAL
216	5007038	URB NESTOR CACERES MELASQUEZ	T R I F	100	17.81	19.97	0.186	19%	0.208	21%	19.97	0.208	21%	NO RMAL
217	5007039	URB NESTOR CACERES MELASQUEZ	T R I F	160	20.9	19.99	0.136	14%	0.130	13%	20.91	0.136	14%	BAJO
218	5007041	URB NESTOR CACERES MELASQUEZ	T R I F	160	21.20	17.62	0.138	14%	0.115	11%	21.20	0.138	14%	BAJO
219	5004021	URB. SAN ISIDRO DE CACACACHI	T R I F	75	45.33	41.31	0.630	63%	0.574	57%	45.33	0.630	63%	NO RMAL
220	5007133	APV RES. LAS AMERICAS - JULIACA	T R I F	75	36.20	35.51	0.503	50%	0.493	49%	36.20	0.503	50%	NO RMAL
221	5006501	ANEXO 1 DE LA URB. LOS GERANIOS II	T R I F	50	18.15	20.45	0.378	38%	0.426	43%	20.45	0.426	43%	NO RMAL
222	5004022	URBANIZACION LAS GARDENIAS	T R I F	50	30.09	26.66	0.627	63%	0.555	56%	30.09	0.627	63%	NO RMAL
223	5007515	SED URB. VILLA JARDIN	T R I F	37	18.24	14.34	0.514	51%	0.404	40%	18.24	0.514	51%	NO RMAL
224	5007459	Jr. 20 DE FEBRERO	T R I F	75	19.3	18.00	0.268	27%	0.250	25%	19.30	0.268	27%	NO RMAL
225	5004011	AV MANCO CAPAC	T R I F	100	52.24	41.39	0.544	54%	0.431	43%	52.24	0.544	54%	NO RMAL
226	5004012	LAS GARDENIAS	T R I F	100	18.85	13.44	0.196	20%	0.140	14%	18.85	0.196	20%	BAJO



227	5007451	URB MILLASAN ROMAN	TRIF	100	10.04	7.97	0.105	10%	0.083	8%	10.04	0.105	10%	BAJO
228	5011761	JR24 DE ENERO	TRIF	100	35.49	24.61	0.370	37%	0.256	26%	35.49	0.370	37%	NO RMAL
229	5011861	HACIENDA LOS ANDES COJATA	MONO	15	0.689	0.739	0.048	5%	0.051	5%	0.74	0.051	5%	BAJO
230	5011856	HACIENDA JUPARI NICASIO	MONO	15		9.15	0.000	0%	0.635	64%	9.15	0.635	64%	NO RMAL
231	5004518	Jr Atahuallpa	MONO	100	13.04	8.51	0.136	14%	0.089	9%	13.04	0.136	14%	BAJO
232	5004517	AvHoracio Zevallos	MONO	100	25.94	17.30	0.270	27%	0.180	18%	25.94	0.270	27%	NO RMAL
233	5008071	JULIACA CERCADO JR. MOQUEGUA CERCA CON AV. NUÑEZ	TRIF	50	2.689	2.677	0.056	6%	0.056	6%	2.69	0.056	6%	BAJO
234	5004023	SECTOR RAY JARAN JULIACA SED01	MONO	15	9.09	5.34	0.631	63%	0.371	37%	9.09	0.631	63%	NO RMAL
235	5004024	SECTOR RAY JARAN JULIACA SED02	MONO	15	10.25	9.5	0.712	71%	0.660	66%	10.25	0.712	71%	NO RMAL
236	5004027	SECTOR RAY JARAN JULIACA SED03	MONO	15	8.53	6.39	0.592	59%	0.444	44%	8.53	0.592	59%	NO RMAL
237	5004637	JR6 DE AGOSTO Y JRMARAVILLA	MONO	15	12.75	7.13	0.885	89%	0.495	50%	12.75	0.885	89%	ALTO
238	5005007	AV. HIPOLOT O UNANUE - AV. A. A. CACERES	TRIF	100	38.05	21.82	0.396	40%	0.227	23%	38.05	0.396	40%	NO RMAL
239		PARCIALIDAD AMACION JULIACA	MONO	15	10.54	9.34	0.732	73%	0.649	65%	10.54	0.732	73%	NO RMAL
240	5004013	AV HERNAN ALASANI	TRIF	160	28.51	21.22	0.186	19%	0.138	14%	28.51	0.186	19%	BAJO
241	5006033	JRORINCOO	TRIF	75	19.30	20.00	0.268	27%	0.278	28%	20.00	0.278	28%	NO RMAL
242	5005141	AV LAMPA	TRIF	50	19.45	21.01	0.405	41%	0.438	44%	21.01	0.438	44%	NO RMAL
243	5005009	URB. CINCUENTENARIO CANCOLLANI	TRIF	160	27.30	25.55	0.178	18%	0.166	17%	27.30	0.178	18%	BAJO
244	5011884	Plaza Povenir	TRIF	100	12.10	10.16	0.126	13%	0.106	11%	12.10	0.126	13%	BAJO
245	5007577	URB ALEXANDER	TRIF	160	51.94	53.86	0.338	34%	0.351	35%	53.86	0.351	35%	NO RMAL
246	5007578	URB ALEXANDER	TRIF	160	71.88	65.45	0.468	47%	0.426	43%	71.88	0.468	47%	NO RMAL
247	5005136	JR. CESAR CABRERA	TRIF	160	22.70	16.78	0.148	15%	0.109	11%	22.70	0.148	15%	BAJO
248	5011886	JR. CABANILLAS	TRIF	160	39.91	29.81	0.260	26%	0.194	19%	39.91	0.260	26%	NO RMAL
249	5008172	AV JORGE CHAVEZ	TRIF	160	0.800	0.740	0.005	1%	0.005	0%	0.80	0.005	1%	BAJO
250	5004866	JR10 DE MAYO	TRIF	50	17.74	12.56	0.370	37%	0.262	26%	17.74	0.370	37%	NO RMAL
251	5006234	ALDEAS INFANTILES SOS PERU - JULIACA	TRIF	50	13.58	17.92	0.283	28%	0.373	37%	17.92	0.373	37%	NO RMAL
252	5007127	URB JUAN EL BUENO JRLUIS BANCHERO ROSSI	MONO	75	21.26	13.5	0.295	30%	0.188	19%	21.26	0.295	30%	NO RMAL
253	5005361	URB RESIDENCIAL COLLASUYO I ETAPA	TRIF	100	36.00	31.00	0.375	38%	0.323	32%	36.00	0.375	38%	NO RMAL
254	5005362	URB RESIDENCIAL COLLASUYO I ETAPA	TRIF	100	23.68	16.29	0.247	25%	0.170	17%	23.68	0.247	25%	NO RMAL
255	5005363	URB RESIDENCIAL COLLASUYO II ETAPA	TRIF	160	31.95	24.64	0.208	21%	0.160	16%	31.95	0.208	21%	NO RMAL
256	5007573	AV CERMESUR	MONO	75	13.51	11.72	0.188	19%	0.163	16%	13.51	0.188	19%	BAJO
257	5004019	AV C BENIQUE A	MONO	100	14.64	10.64	0.153	15%	0.111	11%	14.64	0.153	15%	BAJO
258	5004029	JR20 DE ENERO	MONO	100	15.22	14.61	0.159	16%	0.152	15%	15.22	0.159	16%	BAJO
259	5004031	JR JOSE BEDOYA	MONO	100	24.48	17.26	0.255	26%	0.180	18%	24.48	0.255	26%	NO RMAL
260	5006900	Rinconada	MONO	50	30.45	28.61	0.634	63%	0.596	60%	30.45	0.634	63%	NO RMAL
261	5004519	JRHUANCAPIE	MONO	100	12.06	19.33	0.126	13%	0.201	20%	19.33	0.201	20%	NO RMAL
262	5011887	JR CONIMA	MONO	100	37.47	30.52	0.390	39%	0.318	32%	37.47	0.390	39%	NO RMAL
263	5011883	AV Circunvalacion Lado Este	MONO	100	38.29	20.45	0.399	40%	0.213	21%	38.29	0.399	40%	NO RMAL
264	5007601	JR CESAR VALLEJO CON JOSE CARLOS MARIATEGUI	MONO	100	30.34	24.51	0.316	32%	0.255	26%	30.34	0.316	32%	NO RMAL
265	5004516	AV 3 DE OCTUBRE	TRIF	160	46.01	43.25	0.300	30%	0.282	28%	46.01	0.300	30%	NO RMAL
266	5004534	URB SAN CARLOS	TRIF	100	20.15	19.3	0.210	21%	0.201	20%	20.15	0.210	21%	NO RMAL
267	5005056	AV HURAY JARAN	TRIF	100	19.15	18.3	0.199	20%	0.191	19%	19.15	0.199	20%	BAJO
268	5008067	JR CAHUIDE JRLIBERTAD JULIACA	TRIF	160	0.401	0.397	0.003	0%	0.003	0%	0.40	0.003	0%	BAJO
269	5008265	JR MOQUEGUA JR RAUL PORRAS JULIACA	TRIF	160	0.692	0.684	0.005	0%	0.004	0%	0.69	0.005	0%	BAJO
270	5006049	JR CHAUCHAMAYO	MONO	75	19.2	19.3	0.266	27%	0.268	27%	19.30	0.268	27%	NO RMAL
271	5007574	AV EGIPTO	MONO	100	14.74	14.59	0.154	15%	0.152	15%	14.74	0.154	15%	BAJO
272	5007575	JR NILO	TRIF	75	19.30	19.45	0.268	27%	0.270	27%	19.45	0.270	27%	NO RMAL
273	5007576	JR NILO	MONO	50	19.45	20.15	0.405	41%	0.420	42%	20.15	0.420	42%	NO RMAL
274	5004035	RESIDENCIAL VILLAPOSITIVA	MONO	75	8.22	13.51	0.114	11%	0.188	19%	13.51	0.188	19%	BAJO
275	5004401	AV PERU JR F PIZARRO	TRIF	100	21.13	0	0.220	22%	0.000	0%	21.13	0.220	22%	NO RMAL
276	5004668	JR PIROLA JR 20 DE ENERO URB TUPAC KATARI	TRIF	50	12.91	10.85	0.269	27%	0.226	23%	12.91	0.269	27%	NO RMAL
277	5004618	JR ALTURA	TRIF	50	23.44	24.65	0.488	49%	0.514	51%	24.65	0.514	51%	NO RMAL
278	5004694	AV SAN MARTIN	TRIF	160	23.75	22.65	0.155	15%	0.147	15%	23.75	0.155	15%	BAJO
279	5008255	JR CABANA JR TUMBES JULIACA	TRIF	160	32.00	28.00	0.208	21%	0.182	18%	32.00	0.208	21%	NO RMAL
280	5006557	JR CALIXTO ARESTEGUI JR AYACUCHO JULIACA	TRIF	160	19.00	17.45	0.124	12%	0.114	11%	19.00	0.124	12%	BAJO
281	5005104	JR AUSTRALIA JR JAUREGUI	TRIF	160	20.30	19.45	0.132	13%	0.127	13%	20.30	0.132	13%	BAJO
282	5004387	JR MANCO CAPAC JR TUMGASUCA JULIACA	TRIF	160	1.10	1.03	0.007	1%	0.007	1%	1.10	0.007	1%	BAJO
283	5005106	JR TUMBES JR AYAMRI JULIACA	TRIF	160	43.00	53.00	0.280	28%	0.345	35%	53.00	0.345	35%	NO RMAL
284	5005023	URB SAN PABLO	TRIF	25	20.15	19.15	0.840	84%	0.798	80%	20.15	0.840	84%	ALTO
285	5005096	MARGEN IZQUIERDO	MONO	100	19.30	19.00	0.201	20%	0.198	20%	19.30	0.201	20%	NO RMAL
286	5011B47	AV SIMON BOLIVAR	TRIF	25	18.45	18.3	0.769	77%	0.763	76%	18.45	0.769	77%	ALTO
287	5007277		TRIF	100	8.43	8.04	0.088	9%	0.084	8%	8.43	0.088	9%	BAJO
288	5011B49		TRIF	25	7.94	9.87	0.331	33%	0.411	41%	9.87	0.411	41%	NO RMAL
289	5011B50	AV SIMON BOLIVAR	TRIF	25	19.30	17.30	0.804	80%	0.721	72%	19.30	0.804	80%	ALTO
290	5004559		TRIF	160	19.15	18.12	0.125	12%	0.118	12%	19.15	0.125	12%	BAJO
291	5007128	URBANIZACION SAN JUAN	TRIF	100	19.15	21.08	0.199	20%	0.220	22%	21.08	0.220	22%	NO RMAL
292	5004483	URB NUEVO AMANECER	TRIF	160	19.30	20.15	0.126	13%	0.131	13%	20.15	0.131	13%	BAJO
293	5011B42		TRIF	50	0.610	0.504	0.013	1%	0.011	1%	0.61	0.013	1%	BAJO
294	5004033	AV PERU JR. CARACOTO	TRIF	100	17.12	11.69	0.178	18%	0.122	12%	17.12	0.178	18%	BAJO
295	5004533	URB SAN CARLOS	TRIF	160	18.45	17.45	0.120	12%	0.114	11%	18.45	0.120	12%	BAJO
296	5004666	URB SAN MARTIN JR SAN MIGUEL	TRIF	50	2.10	2.08	0.044	4%	0.043	4%	2.10	0.044	4%	BAJO
297	5011C07	URB NDO SAN SALVADOR	TRIF	160	19.45	21.00	0.127	13%	0.137	14%	21.00	0.137	14%	BAJO
298	5011C06	URB NDO SAN SALVADOR	MONO	100	6.01	8.62	0.063	6%	0.090	9%	8.62	0.090	9%	BAJO
299	5011C04	URB NDO SAN SALVADOR	TRIF	160	0.21	0.22	0.001	0%	0.001	0%	0.22	0.001	0%	BAJO
300	5011C05	URB NDO SAN SALVADOR	MONO	75	19.30	20.30	0.268	27%	0.282	28%	20.30	0.282	28%	NO RMAL
301	5004102	URB LAS CASUARINAS	MONO	100	0.4	0.49	0.004	0%	0.005	1%	0.49	0.005	1%	BAJO
302	5004101	URB LAS CASUARINAS	MONO	100	0.37	0.36	0.004	0%	0.004	0%	0.37	0.004	0%	BAJO
303	5011B55	AV 3 DE OCTUBRE	MONO	100	0.40	0.37	0.004	0%	0.004	0%	0.40	0.004	0%	BAJO
304	5011B57	AV LAS TORRES	MONO	75	0.66	0.64	0.009	1%	0.009	1%	0.66	0.009	1%	BAJO
305	5011B59	AV INTI HUATANA	MONO	100	0.43	0.37	0.004	0%	0.004	0%	0.43	0.004	0%	BAJO



306	5011E58	AVMANCO CAPAC	MONO	100	0.55	0.51	0.006	1%	0.005	1%	0.55	0.006	1%	BAJO
307	5011E46	AV/AMERICA	MONO	50	11.78	8.63	0.245	25%	0.180	18%	11.78	0.245	25%	NORMAL
308	5007325	URB. SAN JUAN	TRIF	50	0.21	0.12	0.004	0%	0.003	0%	0.21	0.004	0%	BAJO
309	5004038	VILLA MAGISTERIAL	MONO	100	0.342	0.385	0.004	0%	0.004	0%	0.39	0.004	0%	BAJO
310	5004039	VILLA MAGISTERIAL	MONO	100	0.280	0.345	0.003	0%	0.004	0%	0.35	0.004	0%	BAJO
311	5004041	VILLA MAGISTERIAL	MONO	100	0.991	0.313	0.010	1%	0.003	0%	0.99	0.010	1%	BAJO
312	5004036	URB. LOS OLIVOS	MONO	100	0.673	0.686	0.007	1%	0.007	1%	0.69	0.007	1%	BAJO
313	5004037	URB. LOS OLIVOS	TRIF	75	0.164	0.253	0.002	0%	0.004	0%	0.25	0.004	0%	BAJO
314	5006556	URB. SANTA OLIMPIA	TRIF	100	0.452	0.425	0.005	0%	0.004	0%	0.45	0.005	0%	BAJO
315	5006037	URB. TAPARACHI SECT. OR. III	TRIF	160	0.539	0.556	0.004	0%	0.004	0%	0.56	0.004	0%	BAJO
316	5007516	JR. JUAN VELASCO ALVARADO	TRIF	100	0.01	0.01	0.000	0%	0.000	0%	0.01	0.000	0%	BAJO
317	5007299	URB. INMACULADA CONCEPCION	TRIF	160	0.370	0.368	0.002	0%	0.002	0%	0.37	0.002	0%	BAJO
318	5004638	URB. SOL DE ORO	TRIF	75	0.465	0.513	0.006	1%	0.007	1%	0.51	0.007	1%	BAJO
319	5009026	URB. GUADALUPE BELEN	TRIF	160	0.238	0.251	0.002	0%	0.002	0%	0.25	0.002	0%	BAJO
320	5009025	URB. GUADALUPE BELEN	TRIF	160	0.757	0.798	0.005	0%	0.005	1%	0.80	0.005	1%	BAJO
321	5004523	URB. SAN ISIDRO DE CACGACHI	TRIF	75	19.30	19.15	0.268	27%	0.266	27%	19.30	0.268	27%	NORMAL
322	5004524	URB. SANTA FE	TRIF	200	0.422	0.44	0.002	0%	0.002	0%	0.44	0.002	0%	BAJO
323	5004525	URB. SANTA FE	TRIF	200	0.196	1.208	0.001	0%	0.006	1%	1.21	0.006	1%	BAJO
324	5009041	URB. PRIMAVERAL	TRIF	160	0.302	0.297	0.002	0%	0.002	0%	0.30	0.002	0%	BAJO
325	5009042	URB. PRIMAVERAL	TRIF	75	0.269	0.221	0.004	0%	0.003	0%	0.27	0.004	0%	BAJO
326	5006022	AV. MARADON	MONO	100	0.32	0.26	0.003	0%	0.003	0%	0.32	0.003	0%	BAJO
327	5005058	URB. SAN ADRIAN	TRIF	100	22.10	23.10	0.230	23%	0.241	24%	23.10	0.241	24%	NORMAL
328	5009043	URB. CLARAVICTORIA	MONO	100	0.147	0.146	0.002	0%	0.002	0%	0.15	0.002	0%	BAJO
329	5005412	URB. VILLA MEDICA- JULIACA	TRIF	160	21.57	19.71	0.140	14%	0.128	13%	21.57	0.140	14%	BAJO
330	5005410	URB. VILLA MEDICA- JULIACA	TRIF	160	20.2	19.30	0.131	13%	0.126	13%	20.15	0.131	13%	BAJO
331	5004615	URB. SANTA EMILIA	TRIF	160	0.408	0.433	0.003	0%	0.003	0%	0.43	0.003	0%	BAJO
332	5005275	AV. SACSAYHUAMAN	MONO	50	31.26	23.64	0.651	65%	0.493	49%	31.26	0.651	65%	NORMAL
333	5010277	URB. PRADERAS DEL INKAI ETAPA	TRIF	100	0.571	0.601	0.006	1%	0.006	1%	0.60	0.006	1%	BAJO
334	5007295	URB. MIGUEL RAMOSZELA	TRIF	160	13.55	12.81	0.088	9%	0.083	8%	13.55	0.088	9%	BAJO
335	5007297	URB. MIGUEL RAMOSZELA	TRIF	160	20.15	20.00	0.131	13%	0.130	13%	20.15	0.131	13%	BAJO
336	5004103	URB. SAN CARLOS	TRIF	100	0.67	0.30	0.007	1%	0.003	0%	0.67	0.007	1%	BAJO
337	5007406	URB. MUNICIPIO TAPARACHI III SECTOR	TRIF	160	41.34	35.00	0.269	27%	0.228	23%	41.34	0.269	27%	NORMAL
338	5007405	URB. MUNICIPIO TAPARACHI III SECTOR	TRIF	200	37.00	35.00	0.193	19%	0.182	18%	37.00	0.193	19%	BAJO
339	5004800	URB. LOS ANDES	TRIF	100	46.30	29.94	0.482	48%	0.312	31%	46.30	0.482	48%	NORMAL
340	5004810	URB. HUANCANE	TRIF	80	49.32	37.58	0.642	64%	0.489	49%	49.32	0.642	64%	NORMAL
341	5004830	URB. COLMENADEL RIO	TRIF	100	43.23	35.18	0.450	45%	0.366	37%	43.23	0.450	45%	NORMAL
342	5004835	URB. COLONIA MOHEBA	TRIF	100	59.26	44.62	0.617	62%	0.465	46%	59.26	0.617	62%	NORMAL
343	5004865	AVENIDA CIRCUNVALACION - URB. GUADALUPE DE 1 AL 5	TRIF	100	85.32	66.29	0.889	89%	0.691	69%	85.32	0.889	89%	ALTO
344	5004890	URB. ALFONSO UGARTE	TRIF	100	84.72	53.14	0.883	88%	0.554	55%	84.72	0.883	88%	ALTO
345	5005005	AMPLIACION URB. CONCORDIA	TRIF	100	57.22	44.4	0.596	60%	0.463	46%	57.22	0.596	60%	NORMAL
346	5005010	URB. NUEVE DE OCTUBRE (AV. TACNA)	TRIF	160	161.99	155.07	1.055	105%	1.010	101%	161.99	1.055	105%	CRITICO
347	5005020	URB. NUEVE DE OCTUBRE (D.A. CARRIÓN)	TRIF	100	163.92	137.17	1.708	171%	1.429	143%	163.92	1.708	171%	CRITICO
348	5005030	URB. PAMPILLA (Francisco Pizarro)	TRIF	100	84.37	81.38	0.879	88%	0.848	85%	84.37	0.879	88%	ALTO
349	5005040	URB. NUEVE DE OCTUBRE	TRIF	100	147.90	122.83	1.541	154%	1.279	128%	147.90	1.541	154%	CRITICO
350	5005060	URB. SAN ISIDRO	TRIF	100	144.67	129.17	1.507	151%	1.346	135%	144.67	1.507	151%	CRITICO
351	5005063	AV. DEL MAESTRO	TRIF	250	51.00	40	0.213	21%	0.167	17%	51.00	0.213	21%	NORMAL
352	5005066	PLAZA TUPACAMARU	TRIF	250	175.28	124.87	0.730	73%	0.520	52%	175.28	0.730	73%	NORMAL
353	5005070	TUPACAMARU NORTE (MERCADO P. VILCAPAZA)	TRIF	100	89.95	78.79	0.937	94%	0.821	82%	89.95	0.937	94%	ALTO
354	5005080	URB. SAN JOSE	TRIF	160	76.83	70.4	0.500	50%	0.458	46%	76.83	0.500	50%	NORMAL
355	5005085	Plataforma Comercial JOSE	TRIF	50	34.13	28.56	0.711	71%	0.595	60%	34.13	0.711	71%	NORMAL
356	5005090	URB. SAN JOSE	TRIF	160	142.66	133.82	0.929	93%	0.871	87%	142.66	0.929	93%	ALTO
357	5005100	URB. MANCO CAPAC	TRIF	220	143.28	131.20	0.678	68%	0.621	62%	143.28	0.678	68%	NORMAL
358	5005110	URB. MANCO CAPAC	TRIF	100	61.40	54.33	0.640	64%	0.566	57%	61.40	0.640	64%	NORMAL
359	5005120	URB. LAS MERCEDES	TRIF	160	143.81	142.61	0.936	94%	0.928	93%	143.81	0.936	94%	ALTO
360	5005140	URB. SANTA MARIA	TRIF	160	52.48	48.48	0.342	34%	0.316	32%	52.48	0.342	34%	NORMAL
361	5005160	URB. LA CAPILLA	TRIF	160	72.96	47.32	0.475	48%	0.308	31%	72.96	0.475	48%	NORMAL
362	5005180	URB. SANTA MARIA	TRIF	100	67.85	50.47	0.707	71%	0.526	53%	67.85	0.707	71%	NORMAL
363	5005210	URB. CINCUENTENARIO CANGOLLANI	TRIF	160	85.20	53.95	0.555	55%	0.351	35%	85.20	0.555	55%	NORMAL
364	5005220	URB. SANTA ADRIANA	TRIF	160	168.50	129.77	1.097	110%	0.845	84%	168.50	1.097	110%	CRITICO
365	5005230	URB. SANTA ADRIANA	TRIF	80	68.40	42.34	0.891	89%	0.551	55%	68.40	0.891	89%	ALTO
366	5005240	AMPLIACION SANTA ADRIANA	TRIF	100	83.92	67.64	0.874	87%	0.705	70%	83.92	0.874	87%	ALTO
367	5005004	ALMUEDENA	TRIF	100	19.18	10.94	0.200	20%	0.114	11%	19.18	0.200	20%	BAJO
368	5005250	URB. CINCUENTENARIO CANGOLLANI	TRIF	100	87.48	57.19	0.911	91%	0.596	60%	87.48	0.911	91%	ALTO
369	5005260	URB. CINCUENTENARIO CANGOLLANI	TRIF	100	53.04	42.98	0.553	55%	0.448	45%	53.04	0.553	55%	NORMAL
370	5005270	URB. CINCUENTENARIO CANGOLLANI	TRIF	220	33.36	30.58	0.158	16%	0.145	14%	33.36	0.158	16%	BAJO
371	5005300	LA CAPILLA	TRIF	160	19.15	18.00	0.125	12%	0.117	12%	19.15	0.125	12%	BAJO
372	5005310	LA CAPILLA	TRIF	100	87.24	66.55	0.909	91%	0.693	69%	87.24	0.909	91%	ALTO
373	5005320	LA CAPILLA	TRIF	100	93.66	71.38	0.976	98%	0.744	74%	93.66	0.976	98%	ALTO
374	5005340	AMPLIACION HABITACIONES HUMANAS	TRIF	100	57.28	56.64	0.597	60%	0.590	59%	57.28	0.597	60%	NORMAL

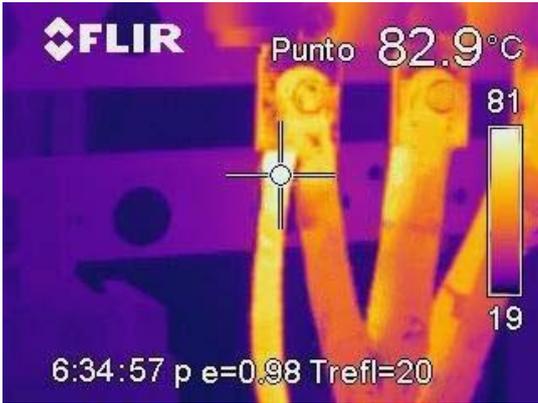
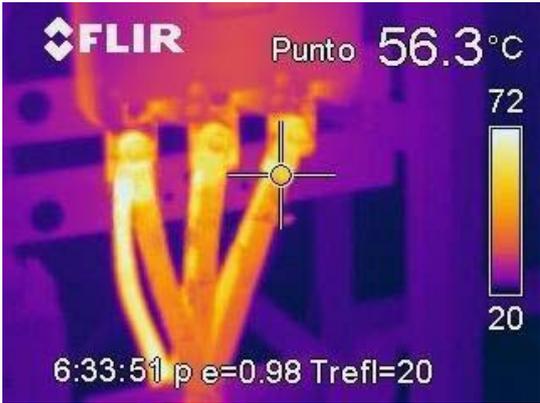
Elaborado por el equipo de trabajo.

ANEXO F: REPORTES DE DIAGNOSTICO DE LAS 19 SED EN SOBRECARGA DE LA CIUDAD DE JULIACA.

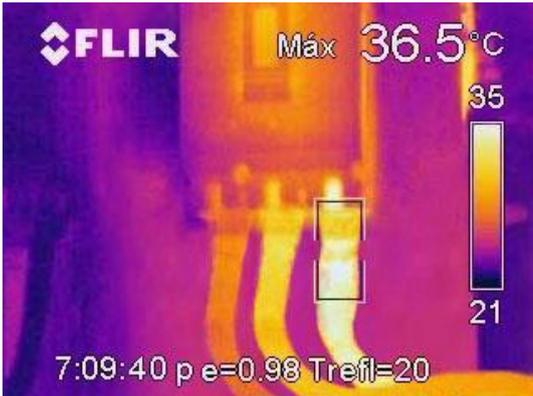
1. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5005020

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE (DANIEL ALCIDES CARRIÓN)
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.497806-70.12224
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	11-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	11.0
T. Máxima (°C)	51.8
Delta T (°C)	40.8
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE (DANIEL ALCIDES CARRIÓN)
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.497806-70.12224
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	11-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	56.3
T. Máxima (°C)	82.9
Delta T (°C)	26.6
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 1 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El equipo deberá ser reparado tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

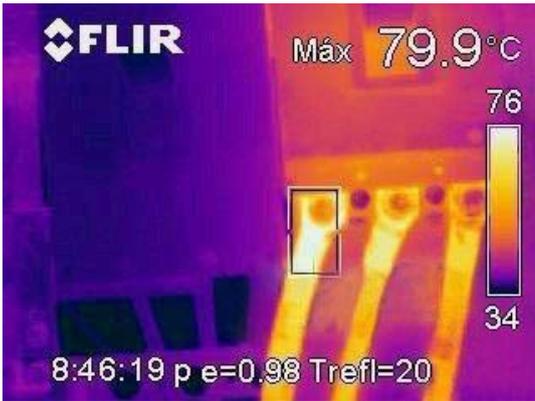
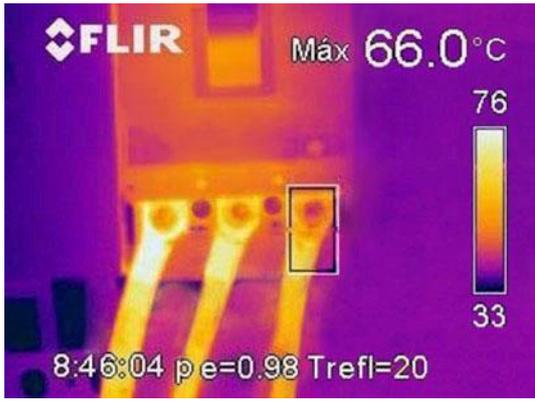
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE (DANIEL ALCIDES CARRIÓN)
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.497806-70.12224
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	11-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	30.6
T. Máxima (°C)	36.5
Delta T (°C)	5.9
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Monitoreo constante. Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

2. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5005040

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.499956-70.12539
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	12-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	11.0
T. Máxima (°C)	67.2
Delta T (°C)	56.2
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.499956-70.12539
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	12-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	66.0
T. Máxima (°C)	79.9
Delta T (°C)	13.9
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 1 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	Iniciación de una falla. Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.		
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE		
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.499956-70.12539		
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO		
FECHA DE INSPECCIÓN:	12-12-18		
			
			
TERMOGRAMA N°1		TERMOGRAMA N°2	
T. Referencia (°C)	57.7		
T. Máxima (°C)	70.7		
Delta T (°C)	13		
NIVEL:	2		
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE S		
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA		
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto		
RECOMENDACIONES:	Iniciación de una falla. Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.		

Elaborado por el equipo de trabajo.

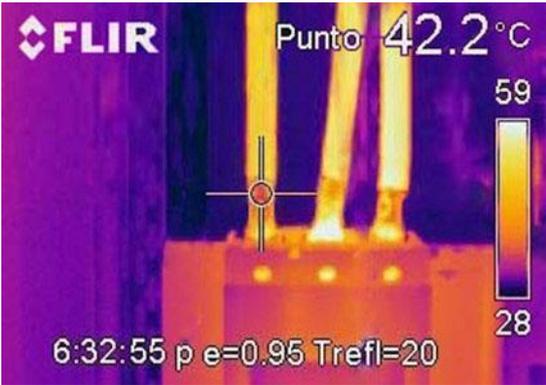
3. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5005060

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SAN ISIDRO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.493433-70.123124
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	12-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	9.0
T. Máxima (°C)	56.6
Delta T (°C)	47.6
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

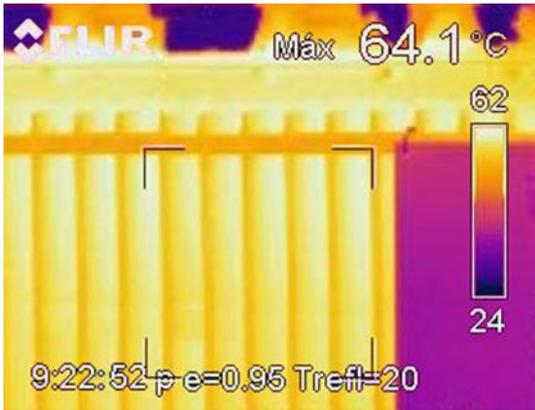
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SAN ISIDRO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.493433-70.123124
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	12-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	33.0
T. Máxima (°C)	43.7
Delta T (°C)	10.7
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 2 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El objeto debe de ser inspeccionado nuevamente y realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SAN ISIDRO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.493433-70.123124
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	12-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	42.2
T. Máxima (°C)	63.0
Delta T (°C)	20.8
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

4. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5008110

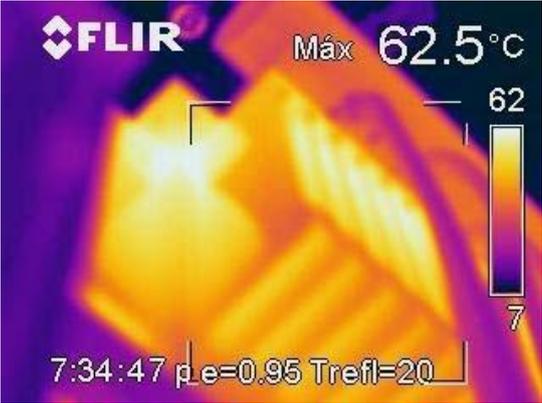
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	PEDRO VILCAPAZA
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.48632-70.127702
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	13-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.5
T. Máxima (°C)	64.1
Delta T (°C)	53.6
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	PEDRO VILCAPAZA
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.48632-70.127702
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	13-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	36.9
T. Máxima (°C)	46.3
Delta T (°C)	9.4
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 1 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible y seguir con el programa de mantenimiento.

Elaborado por el equipo de trabajo.

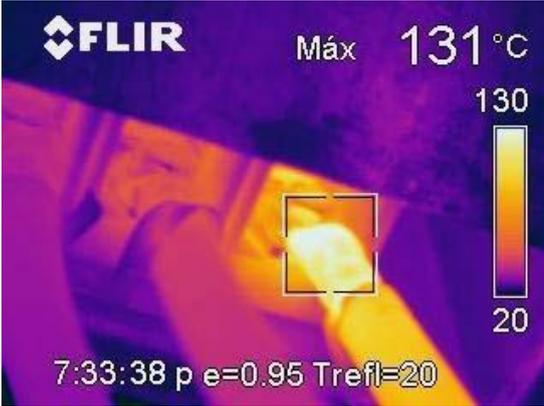
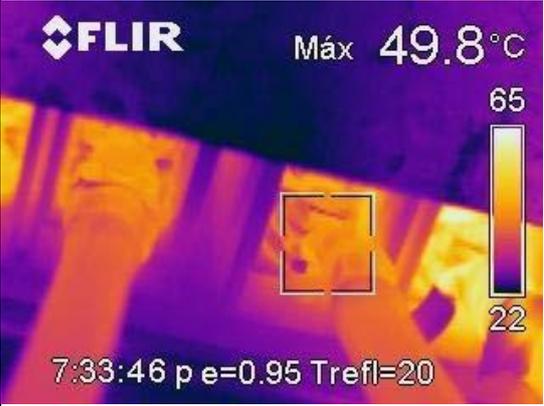
5. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5008010

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	28 DE JULIO CERRO COLORADO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.502739-70.127352
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	13-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.5
T. Máxima (°C)	62.5
Delta T (°C)	52.0
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento peligroso. Se recomienda realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

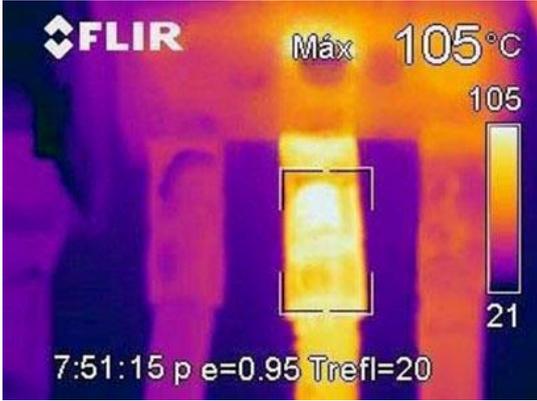
Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	28 DE JULIO CERRO COLORADO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.502739-70.127352
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	13-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	25.5
T. Máxima (°C)	46.0
Delta T (°C)	20.5
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 1 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El equipo debería estar bajo observación y repararlo tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

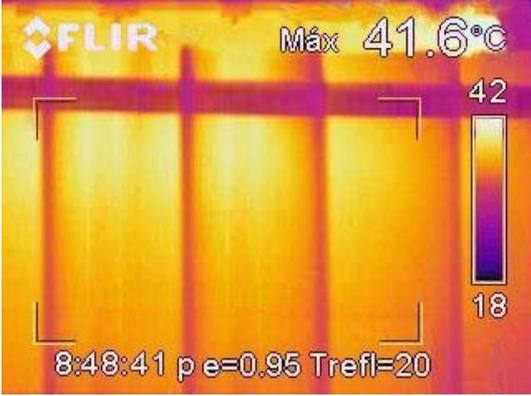
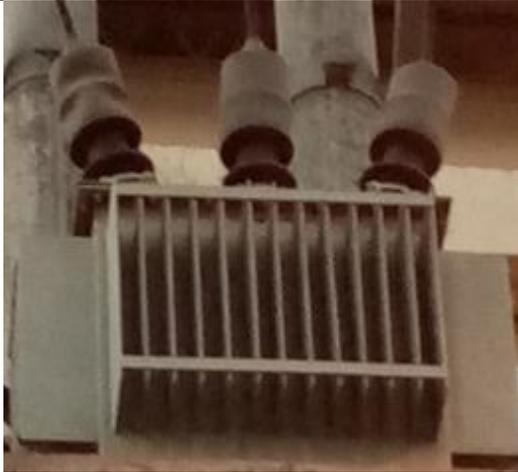
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	28 DE JULIO CERRO COLORADO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.502739-70.127352
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	13-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	49.8
T. Máxima (°C)	131
Delta T (°C)	81.2
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 2 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El objeto deberá ser reparado inmediatamente.

Elaborado por el equipo de trabajo.

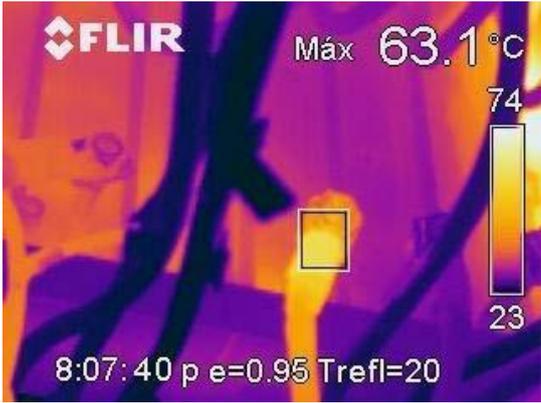
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	28 DE JULIO CERRO COLORADO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.502739-70.127352
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	13-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	55.9
T. Máxima (°C)	105
Delta T (°C)	49.1
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento peligroso. El objeto deberá ser reparado tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

6. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5004260

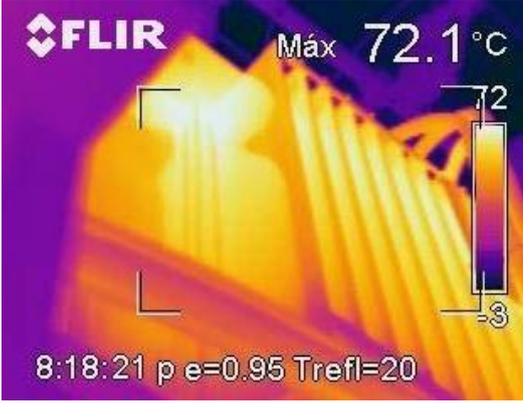
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. LA VICTORIA
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.471852-70.126836
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	MONOFÁSICO DE 75KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	14-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.0
T. Máxima (°C)	41.6
Delta T (°C)	31.6
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

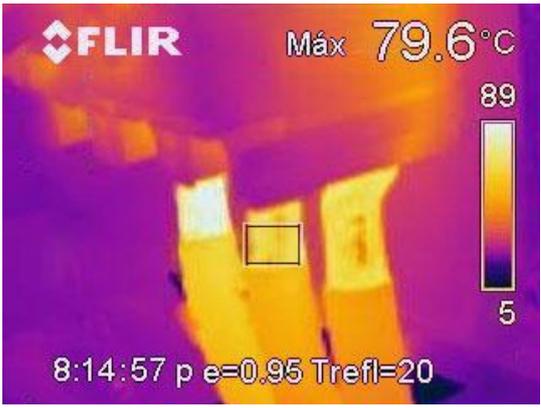
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. LA VICTORIA
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.471852-70.126836
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	14-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	34.8
T. Máxima (°C)	63.1
Delta T (°C)	28.3
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	ESPARRAGO CTO 2 – FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El equipo deberá ser reparado tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

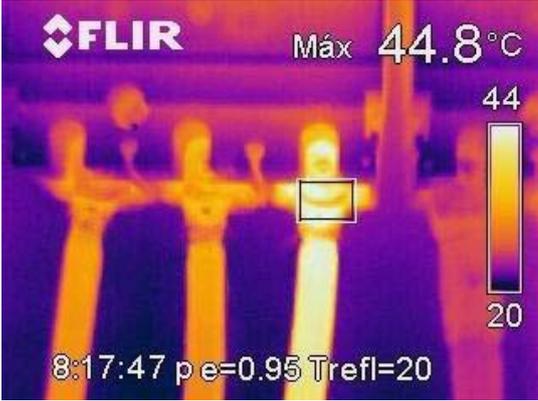
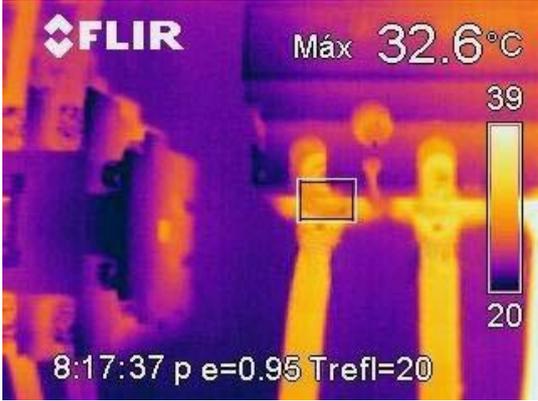
7. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5008170

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	LAS MERCEDES 2
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.486506-70.137638
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	14-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.0
T. Máxima (°C)	72.1
Delta T (°C)	62.1
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento peligroso. Se recomienda realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	LAS MERCEDES 2
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.486506-70.137638
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO GENERAL
FECHA DE INSPECCIÓN:	14-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	79.6
T. Máxima (°C)	94.7
Delta T (°C)	15.1
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	ENTRADA CTO 1 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El objeto debe de ser reparado tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

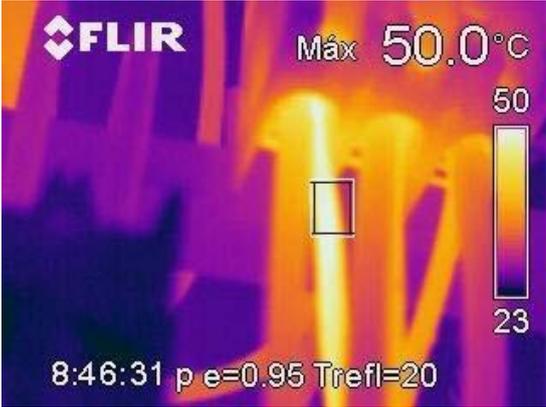
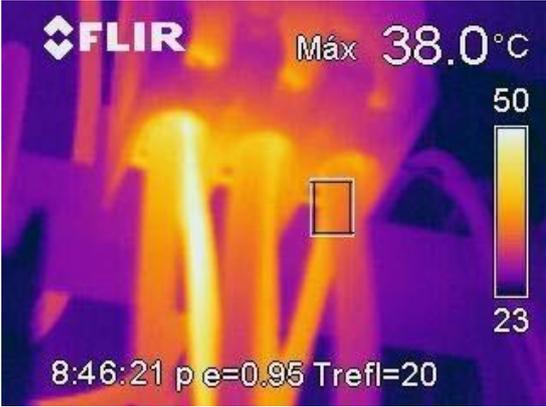
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	LAS MERCEDES 2
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.486506-70.137638
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	14-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	32.6
T. Máxima (°C)	44.8
Delta T (°C)	12.2
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

8. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5004380

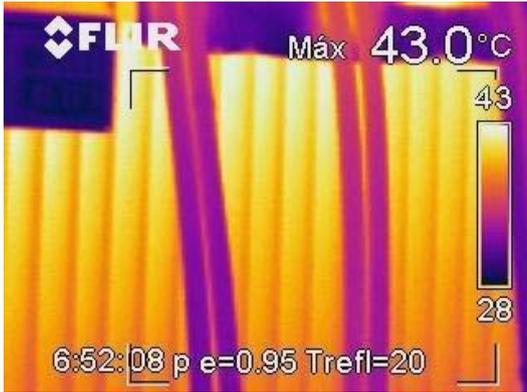
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SAN JOSÉ 2
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.475073-70.134525
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	15-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	9.8
T. Máxima (°C)	58.0
Delta T (°C)	48.2
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Se recomienda realizar inmediatamente el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

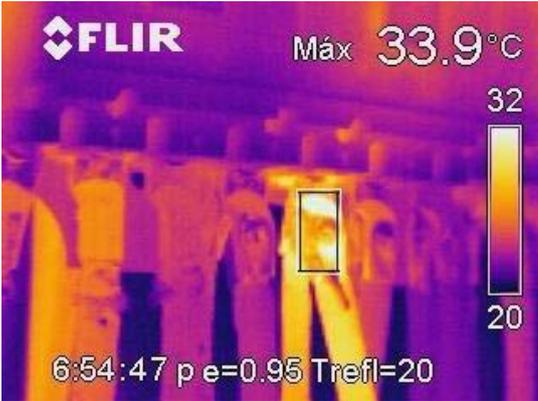
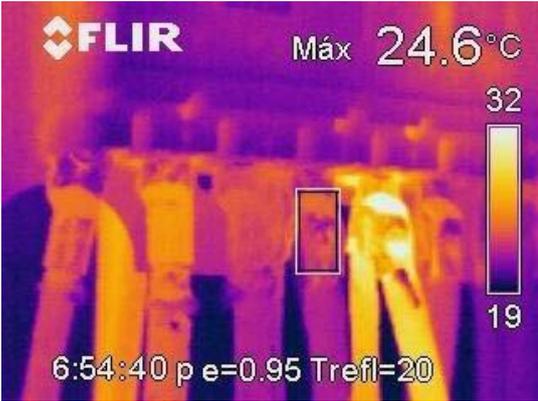
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SAN JOSÉ 2
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.475073-70.134525
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	15-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	38
T. Máxima (°C)	50
Delta T (°C)	12
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 1 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

9. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5008140

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	CARABAYA
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.486614-70.134479
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	15-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	11.0
T. Máxima (°C)	43.0
Delta T (°C)	32.0
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

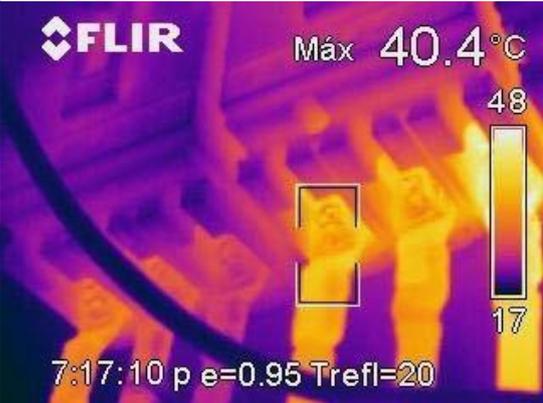
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	CARABAYA
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.486614-70.134479
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	15-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	24.6
T. Máxima (°C)	33.9
Delta T (°C)	9.3
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 2 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible. Seguir con el programa de mantenimiento.

Elaborado por el equipo de trabajo.

10. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5004360

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SAN JOSÉ
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.479237-70.130639
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	17-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.5
T. Máxima (°C)	42.0
Delta T (°C)	31.5
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SAN JOSÉ
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.479237-70.130639
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	17-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	40.4
T. Máxima (°C)	48.8
Delta T (°C)	8.4
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 2 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible. Seguir con el programa de mantenimiento.

Elaborado por el equipo de trabajo.

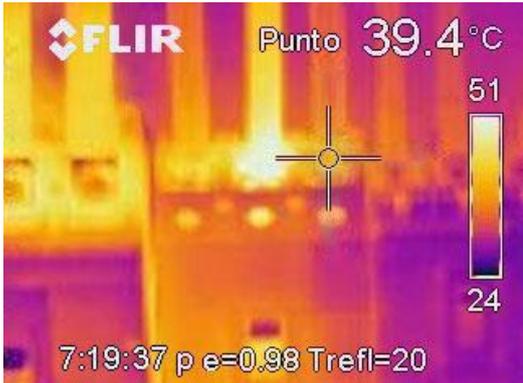
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SAN JOSÉ
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.479237-70.130639
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	17-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	27.8
T. Máxima (°C)	41.5
Delta T (°C)	13.7
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO AP – FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El objeto debe de ser inspeccionado nuevamente y reparado en la próxima parada de mantenimiento.

Elaborado por el equipo de trabajo.

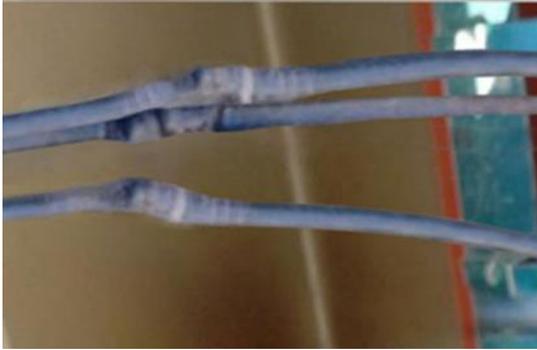
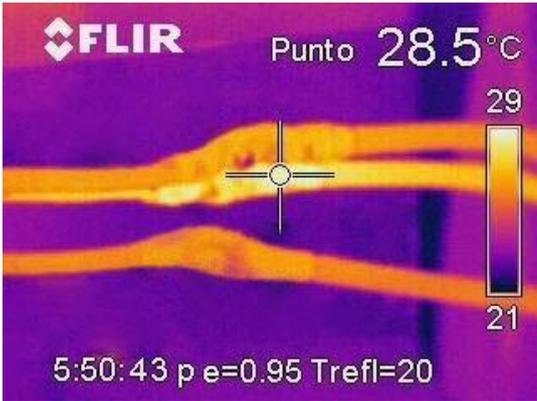
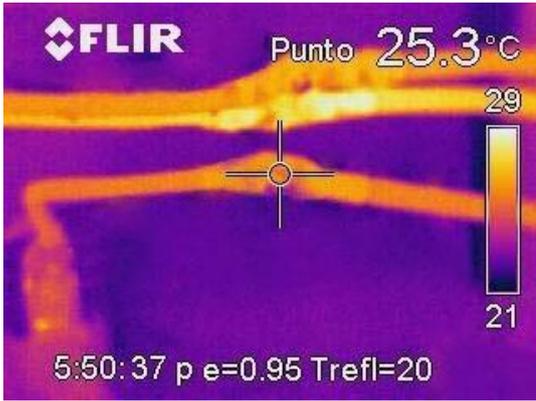
11. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5006350

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	SANTA CRUZ
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.495903-70.137439
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	17-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.0
T. Máxima (°C)	41.2
Delta T (°C)	31.2
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	SANTA CRUZ
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.495903-70.137439
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO GENERAL
FECHA DE INSPECCIÓN:	17-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	39.4
T. Máxima (°C)	53.4
Delta T (°C)	14
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	ENTRADA CTO 2 – FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	Realizar el mantenimiento tan pronto como sea posible, próxima parada.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	SANTA CRUZ
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.495903-70.137439
EQUIPO INSPECCIONADO:	EMPALME A CTO DIRECTO A BARRA
FECHA DE INSPECCIÓN:	17-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	25.3
T. Máxima (°C)	28.5
Delta T (°C)	9.6
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	-
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

12. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5004250

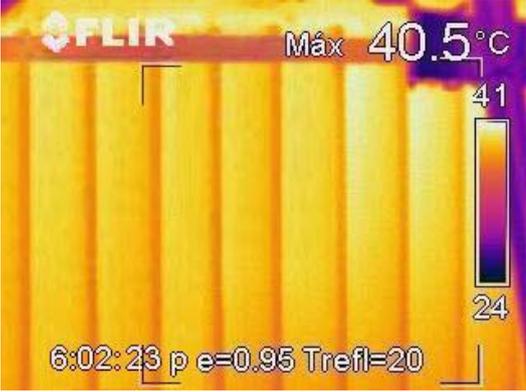
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	ANEXO URB. MARIANO MELGAR
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.47471-70.131042
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	18-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	9.0
T. Máxima (°C)	49.0
Delta T (°C)	40.0
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

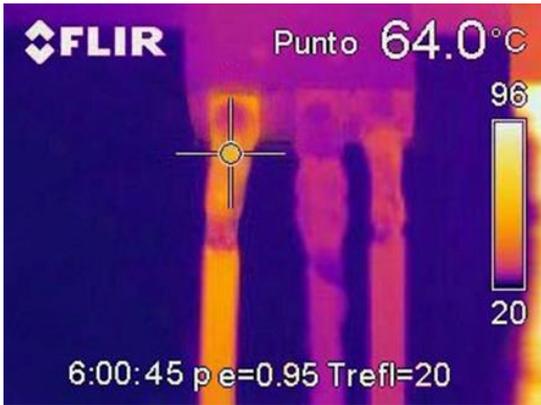
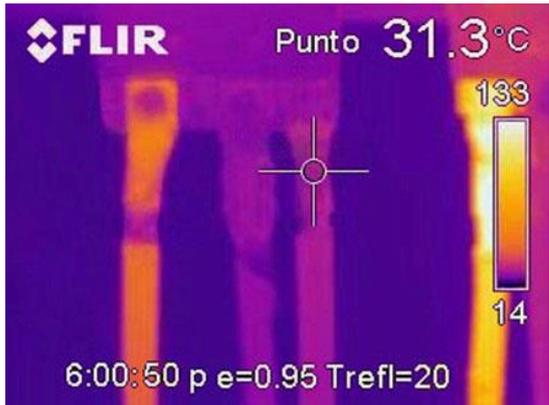
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	ANEXO URB. MARIANO MELGAR
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.47471-70.131042
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO DE AP
FECHA DE INSPECCIÓN:	18-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	36.7
T. Máxima (°C)	57.4
Delta T (°C)	20.7
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 2 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. El equipo deberá ser reparado en la primera parada de mantenimiento.

Elaborado por el equipo de trabajo.

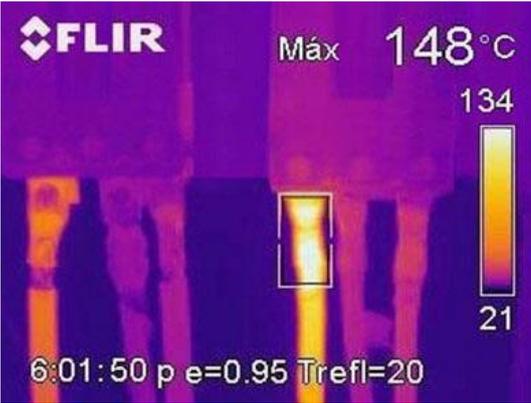
13. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5006300

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	TRES DE MAYO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.496085-70.134488
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	18-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	11.0
T. Máxima (°C)	40.5
Delta T (°C)	29.5
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	TRES DE MAYO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.496085-70.134488
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	18-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	31.3
T. Máxima (°C)	64.0
Delta T (°C)	32.7
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 1 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento típico. Preparar tan pronto como sea posible el equipo para realizar el mantenimiento respectivo.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	TRES DE MAYO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.496085-70.134488
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	18-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	44.5
T. Máxima (°C)	148
Delta T (°C)	103.5
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE R
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Sobrecalentamiento peligroso. El objeto deberá ser reparado inmediatamente.

Elaborado por el equipo de trabajo.

14. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5006030

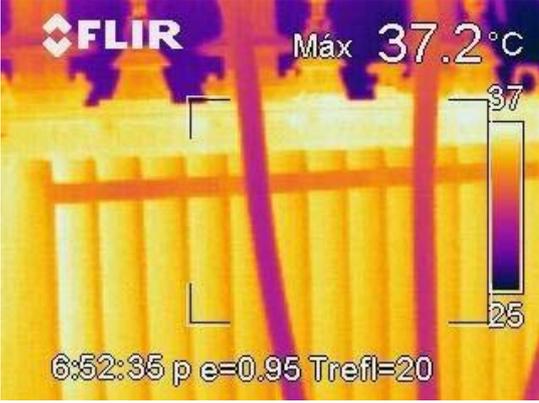
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	TAPARACHI III
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.519238-70.122772
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	19-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	9.8
T. Máxima (°C)	34.1
Delta T (°C)	24.3
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	TAPARACHI III
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.519238-70.122772
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	19-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	93.7
T. Máxima (°C)	110
Delta T (°C)	16.3
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El objeto deberá ser reparado tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

15. REPORTE TERMOGRÁFICO SED 5008060

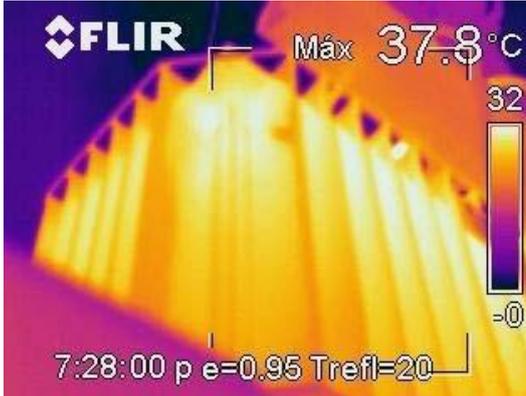
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	TUMBES
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.492703-70.130184
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 200KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	19-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	11.0
T. Máxima (°C)	37.2
Delta T (°C)	26.2
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

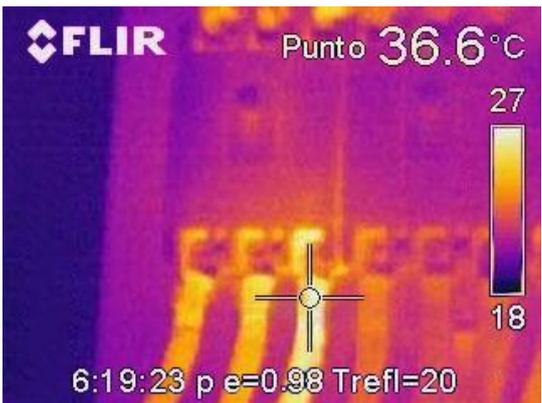
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	TUMBES
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.492703-70.130184
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	19-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	33.9
T. Máxima (°C)	110.0
Delta T (°C)	76.1
NIVEL:	4
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO AP – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	CRÍTICO
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El objeto deberá ser reparado inmediatamente.

Elaborado por el equipo de trabajo.

16. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5005220

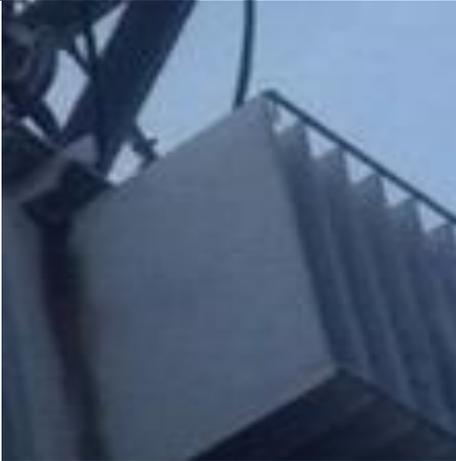
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SANTA ADRIANA
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.483056-70.153958
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 160KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	19-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.0
T. Máxima (°C)	37.8
Delta T (°C)	27.8
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

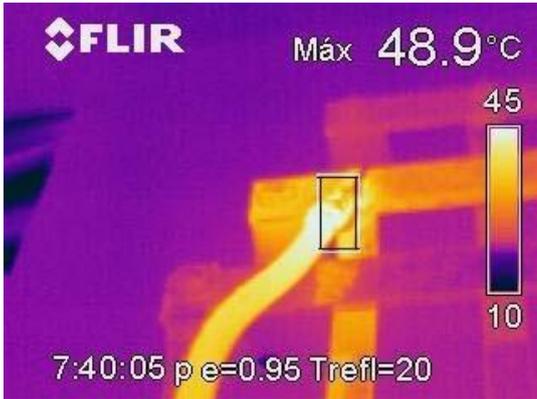
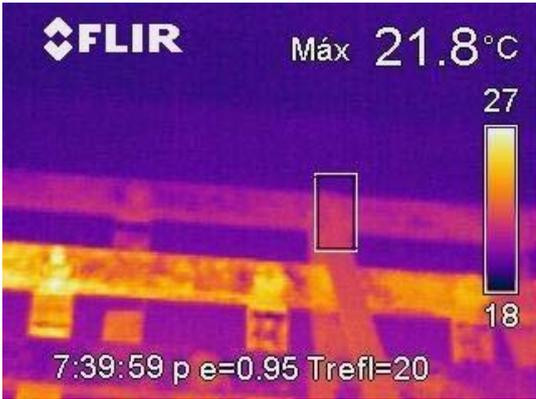
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. SANTA ADRIANA
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.483056-70.153958
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	19-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	23.6
T. Máxima (°C)	36.6
Delta T (°C)	13
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 1 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible y seguir con el programa de mantenimiento.

Elaborado por el equipo de trabajo.

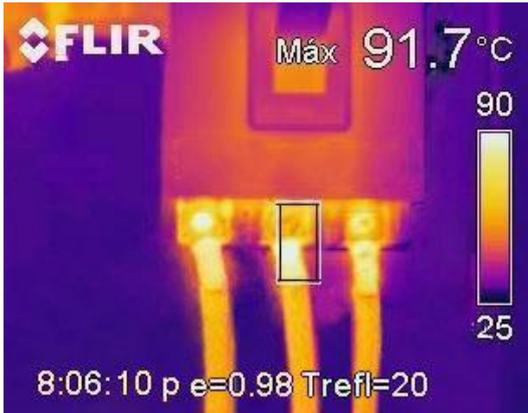
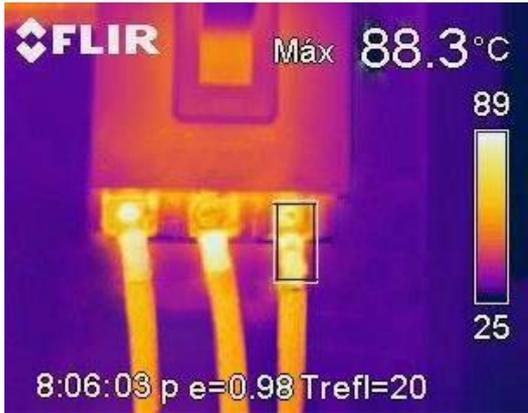
17. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5006380

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	DOS DE MAYO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.491741-70.140944
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 160KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	20-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.0
T. Máxima (°C)	38.7
Delta T (°C)	28.7
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Preparar tan pronto como sea posible la solución. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

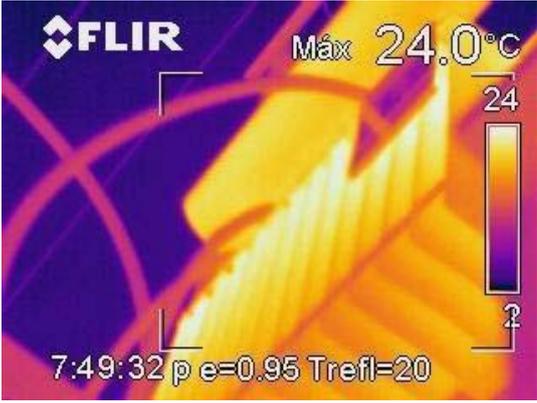
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	DOS DE MAYO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.491741-70.140944
EQUIPO INSPECCIONADO:	CTO DIRECTO A BARRA
FECHA DE INSPECCIÓN:	20-12-18
	
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	21.8
T. Máxima (°C)	48.9
Delta T (°C)	27.1
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto, sulfatado.
RECOMENDACIONES:	El equipo debería estar bajo observación y repararlo tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

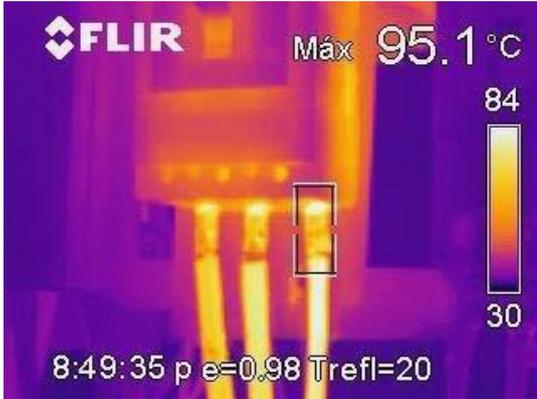
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	DOS DE MAYO
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.491741-70.140944
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	20-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	88.3
T. Máxima (°C)	91.7
Delta T (°C)	3.4
NIVEL:	1
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE S
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	BAJA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Monitoreo constante. Seguir con el programa de mantenimiento.

Elaborado por el equipo de trabajo.

18. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5005010

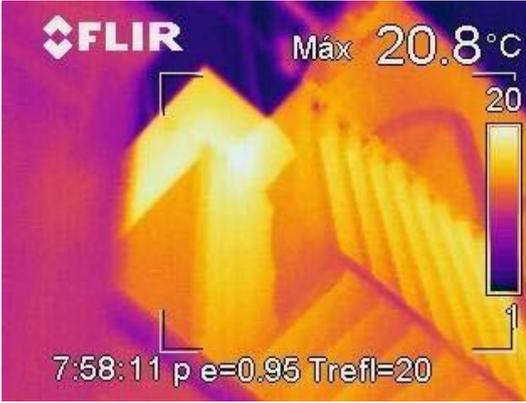
EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE (AV. TACNA)
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.500596-70.121228
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 160KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	21-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.0
T. Máxima (°C)	24.0
Delta T (°C)	14.0
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	URB. NUEVE DE OCTUBRE (AV. TACNA)
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.500596-70.121228
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	21-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	83.2
T. Máxima (°C)	95.1
Delta T (°C)	11.9
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 3 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	El objeto debe de ser inspeccionado nuevamente y realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.

Elaborado por el equipo de trabajo.

19. REPORTE DE DIAGNÓSTICO DE LA SED 5008160

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	LAGUNA TEMPORAL 2
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.488413-70.13692
EQUIPO INSPECCIONADO:	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	TRIFÁSICO DE 100KVA
FECHA DE INSPECCIÓN:	21-12-18
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Ambiente (°C)	10.0
T. Máxima (°C)	20.8
Delta T (°C)	10.8
NIVEL:	2
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	-
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	MEDIA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Sobrecarga
RECOMENDACIONES:	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible. Se recomienda el cambio de transformador de mayor carga o la transferencia de carga a las SED aledaños que estén operando con baja carga.

Elaborado por el equipo de trabajo.

EMPRESA:	ELECTRO PUNO S.A.A.
NOMBRE SED:	LAGUNA TEMPORAL 2
COORDENADAS DE UBICACIÓN:	-15.488413-70.13692
EQUIPO INSPECCIONADO:	INTERRUPTOR TÉRMICO
FECHA DE INSPECCIÓN:	21-12-18
	
	
TERMOGRAMA N°1	TERMOGRAMA N°2
T. Referencia (°C)	31.2
T. Máxima (°C)	60.1
Delta T (°C)	28.9
NIVEL:	3
LOCALIZACIÓN DE LA FALLA:	CTO 1 – FASE T
CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	ALTA
CAUSAS DEL POSIBLE PROBLEMA:	Falso contacto
RECOMENDACIONES:	El equipo deberá ser reparado tan pronto como sea posible.

Elaborado por el equipo de trabajo.