

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



“INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA EN CENTRALES DE GENERACIÓN Y SUBESTACIONES”

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

LUIS RAÚL RODRÍGUEZ BUSTINZA

**PROMOCIÓN
1997 - II**

**LIMA – PERÚ
2005**

**INSPECCIONES DE TERMOGRAFÍA EN CENTRALES DE GENERACIÓN Y
SUBESTACIONES**

***Dedico el presente informe a mis
Padres Raúl y Rosa que gracias a su
apoyo incondicional pude culminar
mis estudios de Ingeniería Eléctrica.***

SUMARIO

El presente informe de Ingeniería trata sobre las inspecciones de termografía infrarroja en la Empresa EDEGEL, la termografía infrarroja forma parte del mantenimiento predictivo, su aplicación podemos decir que es reciente y es una de las técnicas más utilizadas en la industria, el presente informe consta de siete capítulos, el alcance de cada uno de ellos se indica a continuación.

El primer capítulo está referido al mantenimiento predictivo, sobre las técnicas más aplicadas y se destaca a la termografía infrarroja como una técnica reciente que ha brindado buenos resultados.

El segundo capítulo explica mediante una teoría básica los principios que rigen a la termografía así como las leyes que explican el fenómeno de la termografía infrarroja.

El tercer capítulo explica aspectos del proceso de inspección de termografía, los tipos de cámaras de termografía y su principio de funcionamiento, así como el software como herramienta de análisis.

El cuarto capítulo explica los criterios y principios de análisis que tiene en cuenta la Empresa EDEGEL en la aplicación de la termografía.

El quinto capítulo se explica los métodos de medición de temperatura y los criterios de atención ante la aparición de temperaturas anormales (puntos calientes).

El sexto capítulo se muestra el programa anual de inspecciones de termografía que aplica la empresa EDEGEL en sus instalaciones.

El séptimo capítulo se muestra los puntos calientes detectados entre los años 1999 y 2004.

Finalmente se adjuntan las conclusiones que surgen del presente informe de Ingeniería.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

1.1 Nuevas tecnologías.....	3
1.2 Metodología de las inspecciones	4
1.3 Técnicas aplicadas al Mantenimiento Predictivo	5
1.3.1 Análisis de vibraciones.....	5
1.3.2 Análisis de lubricantes.....	6
1.3.3 Análisis por ultrasonido	6
1.3.4 Termografía	7
1.3.5 Análisis por árbol de fallas	8
1.3.6 Análisis FMECA	9

CAPÍTULO II

TEORÍA BÁSICA Y PRINCIPIOS DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA

2.1 El espectro electromagnético	11
2.2 Definición de radiación.....	12
2.3 Propiedades de la superficie de un cuerpo negro.....	12
2.4 Cuerpo Negro	13
2.5 Radiación del cuerpo negro	15
2.6 Ley de Planck	16
2.7 Ley de desplazamiento de Wien	17
2.8 Ley de Stefan Boltzmann	18
2.9 Emisores que no son cuerpos negros	19
2.10 Materiales infrarrojos semi - transparentes.....	21

CAPÍTULO III

ASPECTOS DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA

3.1 Proceso de inspección por termografía infrarroja	23
3.2 Equipos de medición y monitoreo: cámara de termografía infrarroja.....	23
3.3 Clasificación de cámara de termografía infrarroja	24
3.3.1 Cámaras infrarrojas con detectores criogenizados.....	24
3.3.2 Cámaras infrarrojas con detectores al ambiente	25
3.3.3 Cámaras infrarrojas activas.....	25
3.3.2 Cámaras infrarrojas pasivas.....	25
3.4 Software de análisis para termografía infrarroja	28
3.5 Esquema de funcionamiento de una cámara de termografía infrarroja.....	29

CAPÍTULO IV

TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN LA EMPRESA EDEGEL

4.1 Cámara infrarroja AGEMA Thermovision 550	30
4.2 Técnicas de medida de temperatura	32
4.2.1 Emisividad.....	32
4.2.2 Temperatura ambiente.....	36
4.2.3 Distancia y humedad relativa	36
4.3 Técnicas de análisis de la imagen térmica	37
4.3.1 Gradiente térmico.....	37
4.3.2 Utilidades de la cámara de termografía.....	38
4.4 Principios de análisis de temperatura por termografía.....	38
4.4.1 Termografía cualitativa.....	38
4.4.2 Termografía cuantitativa.....	39
4.5 Criterios de clasificación de fallos (puntos calientes).....	39
4.5.1 Criterio de medida delta T	39
4.6 Compensación de la influencia del entorno	40

CAPÍTULO V

MÉTODOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA POR TERMOGRAFÍA INFRARROJA

5.1 Método General por comparación (delta T), aplicado por EDEGEL.....	41
5.5.1 Criterio de prioridad de atención de un punto caliente.....	42
5.2 Método exclusivo para Líneas de Transmisión, no aplicado por EDEGEL	43
5.2.1 Intensidad de corriente.....	43
5.2.2 Velocidad del aire.....	44
5.3 Directrices para instalaciones de distribución, no aplicado por EDEGEL	46

CAPÍTULO VI**INSPECCIONES DE TEMPERATURA POR TERMOGRAFIA INFRARROJA EN LA EMPRESA EDEGEL**

6.1 Programa de mantenimiento: inspecciones y controles de termografía.....	47
---	----

CAPÍTULO VII**REPORTES DE LAS INSPECCIONES POR TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN LA EMPRESA EDEGEL**

7.1 Reportes de puntos calientes desde el año 1999 al 2004	51
--	----

CONCLUSIONES	54
--------------------	----

ANEXO A: Instrucciones para la ejecución de termografía en Centrales y

Subestaciones.....	58
--------------------	----

ANEXO B: Diagramas unifilares de las instalaciones de EDEGEL.....	71
---	----

ANEXO C: Protocolos de los controles de Termografía ejecutados en el período de 1999 al 2004.....	87
---	----

ANEXO D: Costo marginal promedio desde 1999 al 2004.....	173
--	-----

BIBLIOGRAFÍA	175
--------------------	-----

PRÓLOGO

Acorde con los principios de mantenimiento que prevalecen en la gestión moderna de plantas e instalaciones de producción, se debe priorizar el mantenimiento predictivo sobre otros tipos de mantenimiento como son: preventivo y correctivo [7], [8]. El mantenimiento predictivo tiene por particularidad realizar mediciones o controles con la planta o instalación en funcionamiento (en base a monitoreo de condición) es decir sin ocasionar pérdida de producción.

El principio básico que rige el mantenimiento predictivo se sustenta en lo siguiente: "Toda intervención en una instalación o equipo debe estar sustentada por una medición" [7].

Esta frase puesta en práctica significa que, las mediciones de parámetros trascendentes de los equipos-e instalaciones nos llevarán a identificar las oportunidades en que sea necesario sacar del servicio a una instalación o equipo para efectuar las correcciones o anomalías que pudieran encontrarse durante las mediciones o controles, de este modo no se interviene por periodicidad sino por necesidad. Otra ventaja importante es evitar fallas graves, con pérdidas prolongadas de producción (lucro cesante) y deterioro de los equipos o componentes.

Los parámetros trascendentes de una instalación o equipo que pueden ser medidos son: ruido, temperatura, ferroggrafía, vibración, presión, flujo, corriente, tensión y otros.

El presente informe tiene como objetivo mostrar la importancia del Mantenimiento Predictivo basado en la Termografía infrarroja, siendo una técnica que permite realizar mediciones de temperatura de los objetos a distancia, a partir de radiaciones infrarrojas emitida por los mismos, para tal fin se utilizan equipo especiales que miden la temperatura de la superficie de un objeto, determinando así, posibles temperaturas

anormales o sobrecalentamientos que escapan de los estándares de trabajo definidos para la operación de equipos o instalaciones.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas y los termómetros portátiles con láser permiten captar la energía radiante emitida por los objetos y por tanto determinar la temperatura en tiempo real.

Las inspecciones de Termografía Infrarroja que se desarrollan en EDEGEL están a cargo del sector de Mantenimiento y es considerado dentro del Plan Anual de Mantenimiento Eléctrico de EDEGEL y considera la realización de inspecciones de Termografía en las diversas instalaciones bajo instrucciones de trabajo definidas y criterios de atención de los denominados "puntos calientes". En el presente informe también se muestra los resultados producto de las inspecciones de termografía infrarroja llevadas a cabo desde los años 1999 al 2004. Para cumplir con las inspecciones de termografía infrarroja EDEGEL cuenta un equipo denominado de marca AGEMA modelo 550.

Sólo queda agradecer a los sectores de Operación y Mantenimiento de la Empresa EDEGEL S.A.A por el apoyo brindado para la realización del presente informe de Ingeniería.

CAPÍTULO I MANTENIMIENTO PREDICTIVO

1.1 Nuevas Tecnologías

Sin dudas, el desarrollo de nuevas tecnologías ha marcado sensiblemente la actualidad industrial a nivel mundial. En los últimos años, la industria mecánica – eléctrica se ha visto bajo la influencia determinante de la electrónica, la automática y las telecomunicaciones, exigiendo mayor preparación en el personal, no sólo desde el punto de vista de la operación de los equipos, sino desde el punto de vista del mantenimiento industrial [7], [8].

La realidad industrial, matizada por la enorme necesidad de explotar eficaz y eficientemente los equipos instalados y elevar a niveles superiores la actividad del mantenimiento. No remediamos nada con grandes soluciones que presuponen diseños, innovaciones, y tecnologías de recuperación, si no mantenemos con una alta disponibilidad nuestra industria.

Es decir, la Industria tiene que distinguirse por una correcta explotación y un mantenimiento eficaz. En otras palabras, la operación correcta y el mantenimiento oportuno constituyen vías decisivas para cuidar lo que se tiene.

El **mantenimiento predictivo** [7] es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de un equipo (monitoreo de condición), de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan de mantenimiento, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente. Algunos ejemplos de dichos parámetros son los siguientes:

Vibración de cojinetes

Temperatura de las conexiones eléctricas

Resistencia del aislamiento de la bobina de un motor

El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente.

1.2 Metodología de las Inspecciones

Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina. El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general. La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía [7], [8].

Por monitoreo, se entendió en sus inicios, como la medición de una variable física que se considera representativa de la condición de la máquina y su comparación con valores que indican si la máquina está en buen estado o deteriorada. Con la actual automatización de estas técnicas, se ha extendido la acepción de la palabra monitoreo también a la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos.

De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre **vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico**.

Así tenemos las siguientes características:

Vigilancia de máquinas. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.

Protección de máquinas. Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.

Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema específico.

Pronóstico de vida la esperanza. Su objetivo es estimar cuánto tiempo más podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica.

En el último tiempo se ha dado la tendencia a aplicar mantenimiento predictivo o sintomático, sea, esto mediante vibroanálisis, análisis de aceite usado, control de desgastes, etc.

1.3 Técnicas aplicadas al Mantenimiento Predictivo

Existen varias técnicas aplicadas para el mantenimiento preventivo [7], [8] entre las cuales tenemos las siguientes:

1.3.1 Análisis de vibraciones.

El interés de de las Vibraciones Mecánicas llega al Mantenimiento Industrial de la mano del Mantenimiento Preventivo y Predictivo, con el interés de alerta que significa un elemento vibrante en una Maquina, y la necesaria prevención de las fallas que traen las vibraciones a medio plazo.

El interés principal para el mantenimiento deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento o máquina, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan. Las consecuencias de las vibraciones mecánicas son el aumento de los esfuerzos y las tensiones, pérdidas de energía, desgaste de materiales, y las más temidas: daños por fatiga de los materiales, además de ruidos molestos en el ambiente laboral, etc.

Parámetros de las vibraciones:

- *Frecuencia*: Es el tiempo necesario para completar un ciclo vibratorio. En los estudios de Vibración se usan los CPM (ciclos por segundo) o HZ (hercios).
- *Desplazamiento*: Es la distancia total que describe el elemento vibrante, desde un extremo al otro de su movimiento.

- *Velocidad y Aceleración:* Como valor relacional de los anteriores.
- *Dirección:* Las vibraciones pueden producirse en 3 direcciones lineales y 3 rotacionales

1.3.2 Análisis de Lubricantes.

Estos se ejecutan dependiendo de la necesidad, según:

- **Análisis Iniciales:** se realizan a productos de aquellos equipos que presenten dudas provenientes de los resultados del Estudio de Lubricación y permiten correcciones en la selección del producto, motivadas a cambios en condiciones de operación.
- **Análisis Rutinarios:** aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros
- **Análisis de Emergencia:** se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o Lubricante, según: Contaminación del agua, sólidos (filtros y sellos defectuosos), uso de productos inadecuados, etc.

1.3.3 Análisis por ultrasonido

Este método estudia las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos que no son perceptibles por el oído humano.

Ultrasonido pasivo: Es producido por mecanismos rotantes, fugas de fluido, pérdidas de vacío, y arcos eléctricos. Pudiéndose detectarlo mediante la tecnología apropiada.

El Ultrasonido permite:

- Detección de fricción en maquinas rotativas.
- Detección de fallas y/o fugas en válvulas.
- Detección de fugas de fluidos.
- Pérdidas de vacío.
- Detección de "arco eléctrico".
- Verificación de la integridad de juntas de recintos estancos.

Se denomina *Ultrasonido Pasivo* a la tecnología que permite captar el ultrasonido producido por diversas fuentes.

El sonido cuya frecuencia está por encima del rango de captación del oído humano (20-a-20.000 hz.) se considera ultrasonido.

Casi todas las fricciones mecánicas, arcos eléctricos y fugas de presión o vacío producen ultrasonido en un rango aproximado a los 40 Khz. Frecuencia con características muy aprovechables en el Mantenimiento Predictivo, puesto que las ondas sonoras son de corta longitud atenuándose rápidamente sin producir rebotes. Por esta razón, el ruido ambiental por más intenso que sea, no interfiere en la detección del ultrasonido. Además, la alta direccionalidad del ultrasonido en 40 Khz. permite con rapidez y precisión la ubicación de la falla.

La aplicación del análisis por ultrasonido se hace indispensable especialmente en la detección de fallas existentes en equipos rotantes que giran a velocidades inferiores a las 300 RPM, donde la técnica de medición de vibraciones se transforma en un procedimiento ineficiente.

De modo que la medición de ultrasonido es en ocasiones complementaria con la medición de vibraciones, que se utiliza eficientemente sobre equipos rotantes que giran a velocidades superiores a las 300 RPM.

Al igual que en el resto del mundo industrializado, la actividad industrial en nuestro País tiene la imperiosa necesidad de lograr el perfil competitivo que le permita insertarse en la economía globalizada. En consecuencia, toda tecnología orientada al ahorro de energía y/o mano de obra es de especial interés para cualquier Empresa.

1.3.4 Termografía.

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas, o de termovisión, son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda.

Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto.

La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial - ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación - están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos.

Con la implementación de programas de inspecciones termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de una falla de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

El análisis mediante Termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y sistemas de ensayo conocidos, como pueden ser el análisis de aceites lubricantes, el análisis de vibraciones, los ultrasonidos pasivos y el análisis predictivo en motores eléctricos. Pueden añadirse los ensayos no destructivos clásicos: ensayos, radiográfico, el ultrasonido activo, partículas magnéticas, etc.

El análisis mediante Cámaras Termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

1.3.5 Análisis por árbol de fallas.

El Análisis por Árboles de Fallos (AAF), es una técnica deductiva que se centra en un suceso accidental particular (accidente) y proporciona un método para determinar las causas que han producido dicho accidente.

Nació en la década de los años 60 para la verificación de la fiabilidad de diseño del cohete Minuteman y ha sido ampliamente utilizado en el campo nuclear y químico. El hecho de su gran utilización se basa en que puede proporcionar resultados tanto cualitativos mediante la búsqueda de caminos críticos, como cuantitativos, en términos de probabilidad de fallos de componentes.

Para el tratamiento del problema se utiliza un modelo gráfico que muestra las distintas combinaciones de fallos de componentes y/o errores humanos cuya ocurrencia simultánea es suficiente para desembocar en un suceso accidental.

La técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Álgebra de Boole, que permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él.

Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo (por ejemplo rotura de un depósito de almacenamiento de amoníaco) en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos, ligados normalmente a fallos de componentes, errores humanos, errores operativos, etc. Este proceso se realiza enlazando dichos tipos de sucesos mediante lo que se denomina puertas lógicas que representan los operadores del álgebra de sucesos.

Cada uno de estos aspectos se representa gráficamente durante la elaboración del árbol mediante diferentes símbolos que representan los tipos de sucesos, las puertas lógicas y las transferencias o desarrollos posteriores del árbol.

1.3.6 Análisis FMECA.

Otra útil técnica para la eliminación de las características de diseño deficientes es el análisis de los modos y efectos de fallos (FMEA); o análisis de modos de fallos y efectos críticos (FMECA)

La intención es identificar las áreas o ensamblajes que es más probable que den lugar a fallos del conjunto. El FMEA define la función como la tarea que realiza un componente --por ejemplo, la función de una válvula es abrir y cerrar-- y los modos de fallo son las formas en las que el componente puede fallar. La válvula fallará en la apertura si se rompe su resorte, pero también puede tropezar en su

guía o mantenerse en posición de abierta por la leva debido a una rotura en la correa de árbol de levas.

La técnica consiste en evaluar tres aspectos del sistema y su operación:

- Condiciones anticipadas de operación, y el fallo más probable.
- Efecto de fallo en el rendimiento.
- Severidad del fallo en el mecanismo.

La probabilidad de fallos se evalúa generalmente en una escala de 1 a 10, con la criticidad aumentando con el valor del número.

Esta técnica es útil para evaluar soluciones alternativas a un problema pero no es fácil de usar con precisión en nuevos diseños.

El FMEA es útil para evaluar si hay en un ensamble un número innecesario de componentes puesto que la interacción de un ensamble con otro multiplicará los efectos de un fallo. Es igualmente útil para analizar el producto y el equipo que se utiliza para producirlo.

El FMEA, ayuda en la identificación de los modos de fallo que es probable que causen problemas de uso del producto. Ayuda también a eliminar debilidades o complicaciones excesivas del diseño, y a identificar los componentes que pueden fallar con mayor probabilidad. Su empleo no debe confinarse al producto que se desarrolla por el grupo de trabajo. Puede también usarse eficazmente para evaluar las causas de parada en las máquinas de producción antes de completar el diseño.

CAPÍTULO II TEORÍA BÁSICA Y PRINCIPIOS DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA

2.1 El espectro Electromagnético

El espectro electromagnético contiene diferentes regiones (bandas) de valores de longitud de onda diferentes y cada región presenta un determinado tipo de radiación. Así tenemos los rayos gamma, rayos X, ultravioleta, luz, infrarrojo, microondas, ondas de televisión y de radio [1], [4].

La mayor parte del espectro electromagnético tiene algunos usos prácticos o técnicos. La parte más importante es, por supuesto, la luz visible. Nótese en la Fig.2.1[4] que la luz visible es tan solo una pequeña porción del espectro electromagnético.

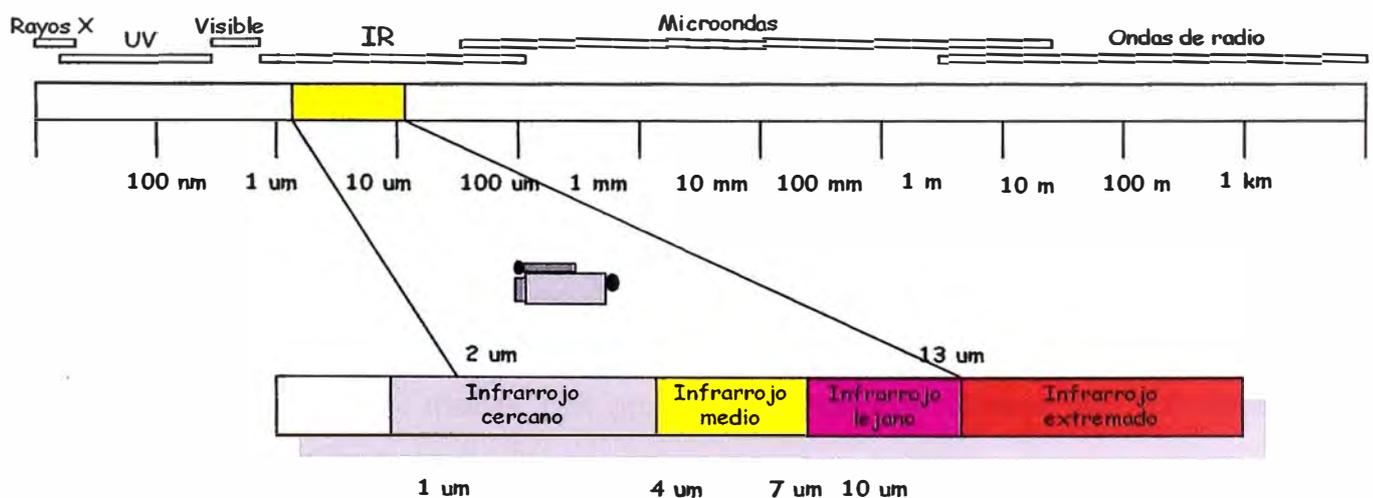


Fig.2.1: Espectro Electromagnético

La división del espectro electromagnético de acuerdo a su uso, es arbitraria, y es muy difícil decir donde empieza una región y donde acaba otra; existen además áreas de traslape entre las regiones (del punto de vista del empleo de las ondas).

La termografía hace uso de la banda espectral infrarroja. El límite de las longitudes de onda corta colinda con el límite de la percepción visual, en el rojo lejano. El límite de las longitudes de onda larga colinda con las microondas, en el campo de los milímetros. Esto se puede apreciar en la Fig.2.1.

La banda infrarroja a menudo se subdivide en cuatro bandas más pequeñas, cuyos límites se eligen en forma arbitraria. Incluye el "infrarrojo cercano" (0.75 a 3 μm), "infrarrojo medio" (3 a 6 μm), "infrarrojo lejano" (6 a 15 μm), "infrarrojo extremo" (15 a 100 μm).

Aunque las longitudes de onda se expresan en μm (micrómetros) también se utilizan a menudo otras unidades para medir las longitudes de onda en esta región espectral: micras (μ), nanómetros (nm) y Angströms (\AA), [4].

La diferencia entre las unidades es:

$$10.000 \text{ \AA} = 1000 \text{ nm} = 1 \mu = 1 \mu\text{m}$$

2.2 Definición de Radiación

El término radiación se refiere a la emisión continua de energía desde la superficie de cualquier cuerpo, esta energía se denomina radiante y es transportada por las ondas electromagnéticas que viajan en el vacío a la velocidad de 3×10^8 m/s. Las ondas de radios, las radiaciones infrarrojas, la luz visible, la luz ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma, constituyen las distintas regiones del espectro electromagnético [1].

La radiación propiamente dicha, se refiere a la transportada por ondas electromagnéticas, llamada en consecuencia radiación electromagnética. No obstante, se utiliza esta expresión también para referirse al movimiento de partículas a gran velocidad en el medio, con apreciable transporte de energía, que recibe el nombre de radiación corpuscular.

2.3 Propiedades de la superficie de un cuerpo

Sobre la superficie de un cuerpo incide constantemente energía radiante, tanto desde el interior como desde el exterior, la que incide desde el exterior procede de los

objetos que rodean al cuerpo. Cuando la energía radiante incide sobre la superficie una parte se refleja y la otra parte se transmite, [1].

Consideremos la energía radiante que incide desde el exterior sobre la superficie del cuerpo. Si la superficie es lisa y pulimentada, como la de un espejo, la mayor parte de la energía incidente se refleja, el resto atraviesa la superficie del cuerpo y es absorbido por sus átomos o moléculas. Ver Fig.2.2.

Si r es la proporción de energía radiante que se refleja, y a la proporción que se absorbe, se debe de cumplir que $r+a=1$.

La misma proporción r de la energía radiante que incide desde el interior se refleja hacia dentro, y se transmite la proporción $a=1-r$ que se propaga hacia afuera y se denomina por tanto, energía radiante emitida por la superficie.

En la Fig.2.3, se muestra el comportamiento de la superficie de un cuerpo que refleja una pequeña parte de la energía incidente. Las anchuras de las distintas bandas corresponden a cantidades relativas de energía radiante incidente, reflejada y transmitida a través de la superficie.

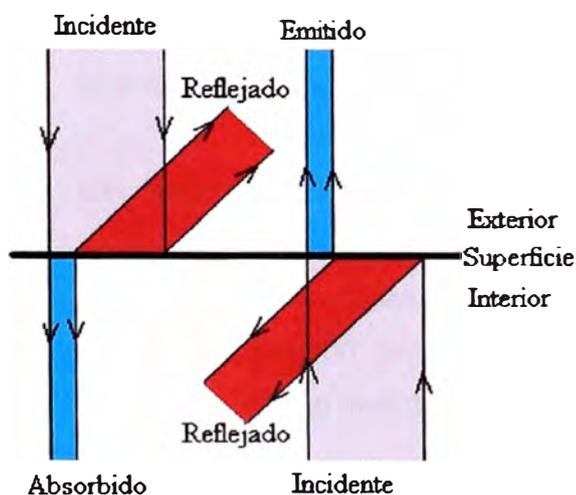


Fig.2.2 Superficie de un cuerpo "a"

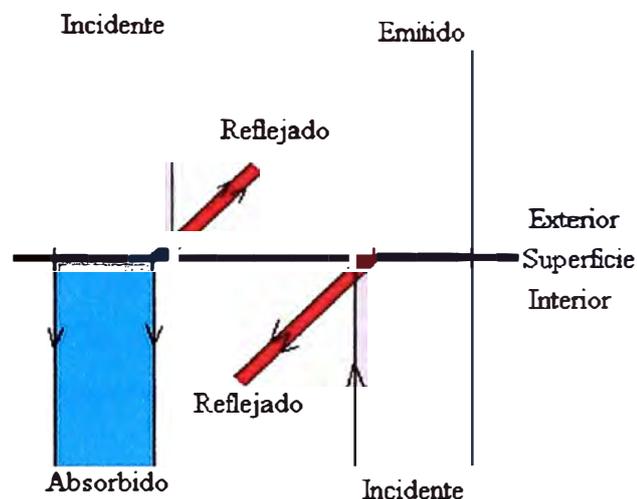


Fig.2.3: Superficie de un cuerpo "b"

2.4 Cuerpo Negro

Es un objeto que absorbe toda la luz que incide sobre él. Ninguna parte de la radiación es reflejada o pasa a través del cuerpo negro. A pesar de su nombre, el cuerpo negro emite luz y constituye un modelo ideal físico para el estudio de la radiación electromagnética. El nombre de cuerpo negro fue introducido por Gustav

Kirchhoff en 1862, la luz emitida por un cuerpo negro se denomina *radiación de cuerpo negro* [1].

En la Fig.2.4 se muestra que la superficie de un cuerpo negro es un caso límite, en el que toda la energía incidente desde el exterior es absorbida, y toda la energía incidente desde el interior es emitida.

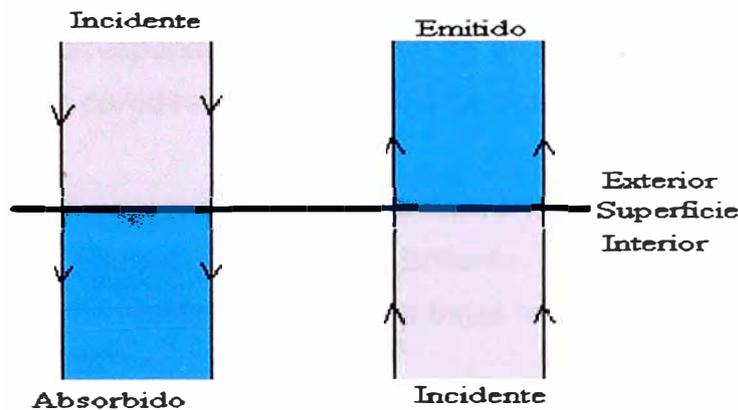


Fig.2.4: Superficie de un cuerpo negro

No existe en la naturaleza un cuerpo negro, incluso el negro humo refleja el 1% de la energía incidente.

Sin embargo, un cuerpo negro se puede sustituir con gran aproximación por una cavidad con una pequeña abertura. La energía radiante incidente a través de la abertura, es absorbida por las paredes en múltiples reflexiones y solamente una mínima proporción escapa (se refleja) a través de la abertura. Podemos tanto decir, que toda la energía incidente es absorbida, según se muestra en la Fig.2.5.

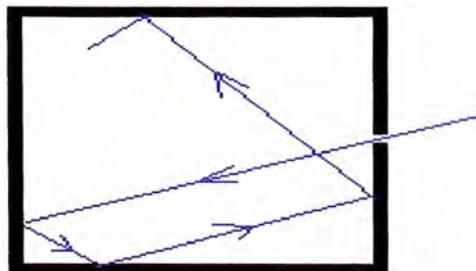


Fig.2.5: cavidad con pequeña abertura

2.5 Radiación del Cuerpo Negro

Consideremos una cavidad cuyas paredes están a una cierta temperatura. Los átomos que componen las paredes están emitiendo radiación electromagnética y al mismo tiempo absorben la radiación emitida por otros átomos de las paredes. Cuando la radiación encerrada dentro de la cavidad alcanza el equilibrio con los átomos de las paredes, la cantidad de energía que emiten los átomos en la unidad de tiempo es igual a la que absorben. En consecuencia, la densidad de energía del campo electromagnético existente en la cavidad es constante [1].

A cada frecuencia corresponde una densidad de energía que depende solamente de la temperatura de las paredes y es independiente del material del que están hechas.

Si se abre un pequeño agujero en el recipiente, parte de la radiación se escapa y se puede analizar. El agujero se ve muy brillante cuando el cuerpo está a alta temperatura, y se ve completamente negro a bajas temperaturas, ver Fig.2.6.

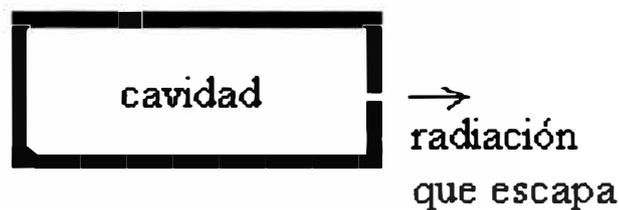


Fig.2.6: calentador – cavidad radiante

Adaptando al recipiente de la Fig.2.6 un calentador adecuado, se obtiene la denominada cavidad radiante. Una cavidad isoterma calentada a una temperatura uniforme genera radiación de cuerpo negro cuyas características vienen determinadas únicamente por la temperatura de la cavidad. Estas cavidades radiantes se utilizan habitualmente como fuentes de radiación en laboratorios para la calibración de instrumentos de termografía.

Si la temperatura del cuerpo negro aumenta por encima de 525 ° C la fuente comienza a ser visible, por eso ante el ojo humano ya no aparece negro. Esta es la temperatura correspondiente al rojo del elemento radiante, que tiende a naranja y a amarillo tras calentamientos sucesivos. De hecho, la definición de la llamada

“temperatura de color” de un objeto, es la temperatura a la que habría que calentar un cuerpo negro para que tuviera el mismo aspecto.

En la Fig.2.7 se muestra la radiación de un cuerpo negro para diferentes temperaturas y que corresponde al modelo clásico de la ley de Planck.

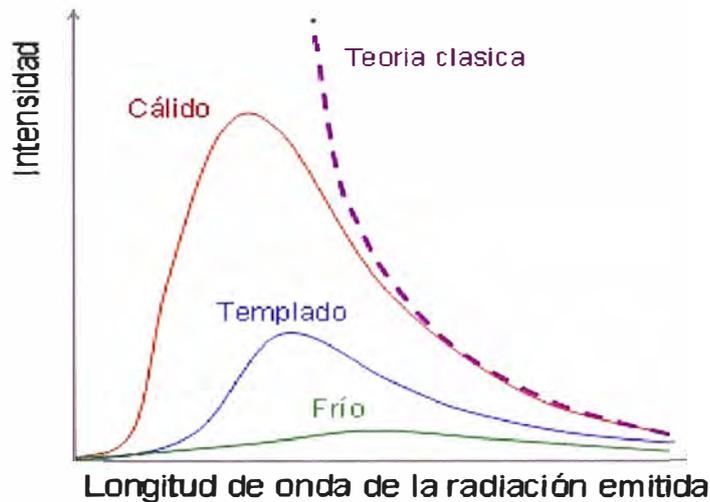


Fig.2.7: Radiación de cuerpo negro para diferentes temperaturas

Ahora consideremos tres expresiones que describen la radiación emitida por un cuerpo negro siendo las siguientes: Ley de Planck, Ley de Desplazamiento de Wien, Ley de Stefan Boltzmann.

2.6 Ley de Planck,

En el año 1900 Planck formuló que la energía asociada a la radiación electromagnética viene en pequeñas unidades indivisibles llamadas cuantos. Avanzando en el desarrollo de esta teoría, descubrió una constante de naturaleza universal que se conoce como la constante de Planck. La ley de Planck establece que la energía de cada cuanto es igual a la frecuencia de la radiación multiplicada por la constante universal. Se trata de una ley fundamental de la teoría cuántica, ya que con ella se describe la cuantificación de la radiación electromagnética [1], [4].

Max Planck fue capaz de describir la distribución espectral de la radiación procedente de un cuerpo negro, utilizando la ecuación (2.1) que se muestra a continuación:

$$B_{\nu}(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda kT} - 1)} * 10^{-6} \text{ (Watts / m}^2\mu\text{m)} \quad (2.1)$$

Donde:

$B_{\nu}(T)$ = radiación espectral emitida por un cuerpo negro a la longitud de onda λ

c = velocidad de la luz $3 * 10^8$ m/s

h = constante de Planck $6.6 * 10^{-34}$ Julios seg.

k = constante de Boltzmann $1.1 * 10^{-23}$ Julios / K

T = temperatura absoluta del cuerpo negro en grados Kelvin (K)

Nota: Se utiliza el factor 10^{-6} porque la emitancia espectral en las curvas se expresa en Watts/ $\text{m}^2\mu\text{m}$. Si se elimina este factor, la dimensión será en Watt/ m^2m .

Cuando se representa gráficamente la fórmula de Planck para varias temperaturas, se obtiene una familia de curvas de un cuerpo negro, según se muestra en la Fig.2.8. Para cualquier curva de Planck, la radiación espectral emitida es 0 para $\lambda = 0$, aumenta rápidamente hasta alcanzar un máximo en $\lambda_{\text{máx}}$ para aproximarse a 0 de nuevo para valores de longitud de onda elevados. Cuanta más alta sea la temperatura, el máximo se alcanza para longitudes de onda más cortas.

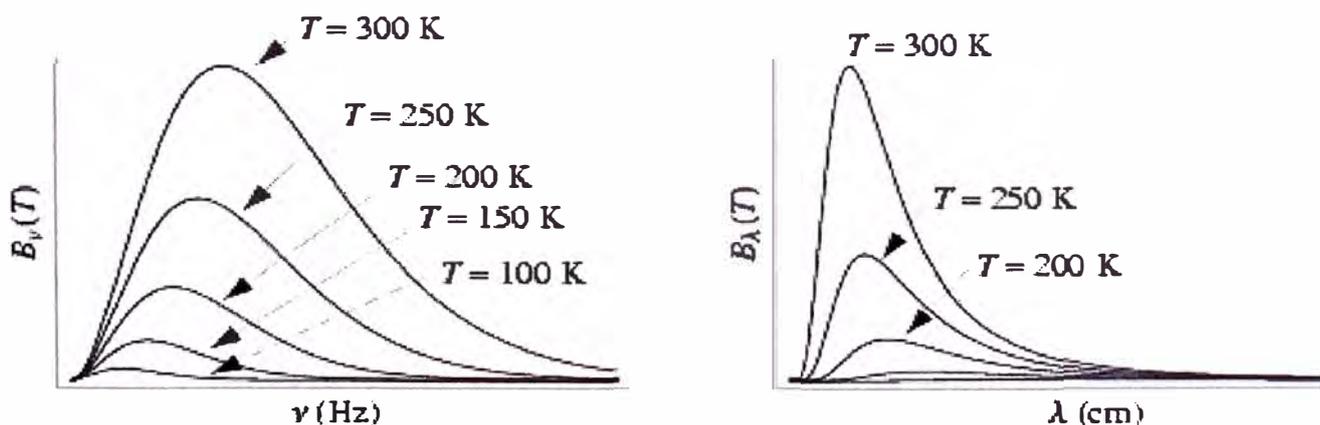


Fig.2.8: Familia de curvas para un cuerpo negro

2.7 Ley de Desplazamiento de Wien

La Ley de Wien es una ley de la física. Especifica que hay una relación inversa entre la longitud de onda en la que se produce el pico de emisión de un cuerpo negro y su temperatura, según se muestra en la ecuación (2.2).

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T} \text{ (}\mu\text{m)} \quad (2.2)$$

Donde T es la temperatura del cuerpo negro en grados Kelvin (K) y λ_{\max} es la longitud de onda del pico de emisión en μm .

La ley de Wien expresa matemáticamente la observación común de que los colores varían desde el rojo al naranja o al amarillo a medida que la temperatura del elemento radiante aumenta. La longitud de onda del color es la misma que el valor de longitud de onda calculada para λ_{\max} . Una buena aproximación de valor de λ_{\max} para una temperatura de cuerpo negro dada se obtiene aplicando la regla del pulgar (3000 K). Así, una estrella muy caliente como Sirius (11000 K), que emite luz blanca azulada, radia con un pico de emitancia en el espectro ultravioleta en una longitud de onda de 0.27 μm , [1], [4].

El sol (aproximadamente 6000 K) emite luz amarilla, con un pico entorno a 0.5 μm en el centro del espectro visible.

A temperatura ambiente (300K) el pico de emitancia cae en entorno a 9.7 μm , en el infrarrojo lejano, mientras que a la temperatura del nitrógeno líquido (77K), el máximo de la casi insignificante cantidad de energía radiada, aparece en 38 μm , en las longitudes de onda del infrarrojo extremo.

2.8 Ley de Stefan Boltzmann.

Integrando la fórmula de Planck, desde $\lambda = 0$ a $\lambda = x$, obtenemos la cantidad total de energía emitida (Wb) por un cuerpo negro, según se muestra en la ecuación (2.3).

$$Wb = \sigma T^4 \text{ (Watts / m}^2\text{)} \quad (2.3)$$

Donde:

σ = constante de Boltzmann = $5.7 \cdot 10^{-8}$ Watts / m^2

T = temperatura absoluta del cuerpo negro en grados Kelvin (K)

La ecuación (2.3) establece que la cantidad total de energía radiada por un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta.

Utilizando la ley de Boltzmann para calcular la potencia radiada por el cuerpo humano a la temperatura de 300 K y para un área de aproximadamente 2 m² se obtiene 1 kW. Esta pérdida energética no se podría obtener si no fuera por la compensación de la radiación absorbida por las superficies de elementos adyacentes a temperatura ambiente que no difieren drásticamente de la temperatura del cuerpo, o, por supuesto la adición de ropa [1], [4].

2.9 Emisores que no son cuerpos negros

Hasta ahora, sólo se han tratado los elementos radiantes que son cuerpos negros y la radiación del cuerpo negro. Sin embargo, los objetos reales casi nunca cumplen estas leyes en un amplio intervalo de longitudes de onda aunque pueden aproximarse al comportamiento del cuerpo negro en determinados intervalos espectrales. Por ejemplo, la pintura blanca aparece perfectamente blanca en el espectro visible, pero se aproxima al gris sobre las 2 μm y por encima de 3 μm es casi negra.

Hay tres situaciones posibles que hacen que un cuerpo real no se comporte como un cuerpo negro: una fracción α de la radiación incidente puede absorberse, una fracción σ se refleja y una fracción T pueda transmitirse. Ya que todos estos factores son mayor o menormente dependientes de la longitud de onda, se utiliza el subíndice λ para indicar la dependencia espectral de sus definiciones:

Absorción espectral α_λ : cociente entre la radiación espectral absorbida por un objeto y la que incide sobre el.

Reflectancia espectral ρ_λ : cociente entre la radiación espectral reflejada por un objeto y la que incide sobre el.

Transmitancia espectral T_λ : cociente entre la radiación espectral transmitida a través de un objeto y la que incide sobre el.

La suma de estos tres factores debe resultar siempre igual a 1 para cualquier longitud de onda, así tenemos en la ecuación (2.4):

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + T_\lambda = 1 \quad (2.4)$$

Para materiales opacos: $T_\lambda = 0$ la relación se simplifica a la ecuación (2.5):

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1 \quad (2.5)$$

Es necesario otro factor, llamado Emisividad para describir la fracción ϵ de energía emitida por un cuerpo negro y que es generado por un objeto a una temperatura específica.

De esta forma se define:

Emisividad espectral ϵ_λ : cociente entre la radiación espectral emitida por un objeto y la que emitiría un cuerpo negro a la misma temperatura y longitud de onda. En términos matemáticos, se puede expresar como el cociente entre la emitancia espectral del objeto y la correspondiente al cuerpo negro.

En términos generales. Hay tres fuentes distintas de radiación, diferenciadas en la forma en que la emitancia espectral de cada una varía con la longitud de onda.

- a) Cuerpo negro, emisividad = 1
- b) Cuerpo gris, emisividad = constante < 1
- c) Cualquier elemento radiante, para el que la emisividad varía con la longitud de la onda.

De acuerdo con la ley de Gustav Kirchoff, para cualquier material, la emisividad espectral y la absorción espectral de un cuerpo son iguales para cualquier temperatura, según la ecuación (2.6):

$$\epsilon_\lambda = \alpha_\lambda \quad (2.6)$$

De esto se obtiene para un material opaco (como $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$), siendo la ecuación (2.7):

$$\epsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1 \quad (2.7)$$

Para materiales muy pulidos, ϵ_λ tiende a 0, por tanto, para un material perfectamente reflectante (espejo perfecto), se cumple según ecuación (2.8):

$$\rho_\lambda = 1 \quad (2.8)$$

Para un cuerpo gris, la fórmula de Stefan Boltzmann adopta la fórmula (2.9):

$$Wb = \varepsilon \sigma T^4 \text{ (Watts / m}^2\text{)} \quad (2.9)$$

Pone de manifiesto que la cantidad de energía radiada por un cuerpo gris es la misma que radiaría un cuerpo negro, pero reducido proporcionalmente en el valor ε correspondiente al cuerpo gris [1], [4].

2.10 Materiales infrarrojos semi – transparentes

Consideremos ahora un cuerpo no metálico y semi – transparente (superficie de plástico plana y gruesa). Cuando esta superficie se calienta, la radiación que se genera en su interior se dirige hacia la superficie a través del material donde es parcialmente absorbido. Es más, cuando alcanza la superficie parte de ésta es reflejada hacia el interior. Parte de esta radiación reflejada hacia el interior es absorbida, pero la otra parte alcanza la superficie a través de la cual se escapa la mayor parte. Luego parte de esta es reflejada nuevamente hacia el interior. Aunque las reflexiones sucesivas son cada vez más débiles, deben sumarse todas cuando se quiere calcular la emisión total de la placa. De esta forma y tras obtener el resultado de esta serie geométrica, la emisividad efectiva de una placa semitransparente adopta la ecuación (2.10):

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{(1 - \rho_{\lambda})(1 - \tau_{\lambda})}{1 - \rho_{\lambda}\tau_{\lambda}} \quad (2.10)$$

Esta fórmula constituye una generalización de la ley de Kirchoff, pero cuando el cuerpo es opaco ($T_{\lambda} = 0$).

Se convierte en la ecuación (2.11):

$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda} \quad (2.11)$$

Esta última relación es muy importante, ya que en la mayor parte de los casos es más fácil medir la reflectividad que medir la emisividad, [1], [4].

CAPÍTULO III

ASPECTOS DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas, o de termovisión, son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto.

La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial - ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación - están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de termovisión por Infrarrojos.

Con la implementación de programas de inspecciones termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de una falla de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

El análisis mediante Termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y sistemas de ensayo conocidos, como pueden ser el análisis de aceites lubricantes, el análisis de vibraciones, los ultrasonidos pasivos y el análisis predictivo en motores eléctricos. Pueden añadirse los ensayos no destructivos clásicos: ensayos, radiográfico, el ultrasonido activo, partículas magnéticas, etc. [1], [3], [4].

El análisis mediante Cámaras Termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

3.1 Proceso de Inspección por Termografía Infrarroja

En el proceso de inspección por Termografía Infrarroja es posible definir, en general, las siguientes etapas:

- a) Planificación de la inspección en los períodos de máxima demanda.
- b) Evaluación y clasificación de los calentamientos detectados.
- c) Emisión de informes, con identificación de las fallas y el grado de urgencia para su reparación
- d) Seguimiento de la reparación
- e) Revisión termográfica para evaluar la efectividad del mantenimiento correctivo realizado [1], [3], [4].

3.2 Equipos de medición y monitoreo: Cámara de Termografía Infrarroja

Es un aparato que percibe la radiación infrarroja emitida de los cuerpos detectados y que la transforma en imágenes luminosas para ser visualizada por el ojo humano [1], [4].

Todos los cuerpos emiten cierta cantidad de radiaciones de cuerpo negro (en forma infrarroja) en función de su temperatura. Generalmente, los objetos *más calientes* emiten más radiación infrarroja que los *menos calientes* (también llamados *fríos*).

Las imágenes luminosas se visualizan en una pantalla, y tienden a ser monocromáticas, porque se utiliza un sólo tipo de sensor que percibe una particular longitud de onda infrarroja. Muestran las áreas más calientes de un cuerpo en blanco

y los menos en negro, y con matices grises los grados de temperatura intermedios entre los límites térmicos.

Sin embargo, existen otras cámaras infrarrojas que se usan exclusivamente para medir temperaturas y procesan las imágenes para que se muestren coloreadas, porque son más fáciles de interpretar con la vista. Pero esos colores no corresponden a la radiación infrarroja percibida, sino que la cámara los asigna arbitrariamente, de acuerdo al rango de intensidad de particular longitud de onda infrarroja, por eso se llaman *falsos colores*.

Esos falsos colores tienen entre varias aplicaciones las cartográficas, pues describen las diferentes alturas del relieve de un mapa: De color azul las partes más frías que comúnmente son las más altas y de color rojo las más calientes que son las más bajas, las partes intermedias en altura, y por tanto en temperatura, en otros colores como el amarillo y el anaranjado.

3.3 Clasificación de Cámara de Termografía Infrarroja

Se tiene la siguiente clasificación [1]:

3.3.1 Cámaras infrarrojas con detectores criogenizados,

Los detectores están contenidos en un estuche sellado al vacío y enfriado muchos grados bajo cero Celsius por un voluminoso y costoso equipo criogénico. Esto aumenta enormemente su sensibilidad con respecto a los detectores al ambiente, debido a su gran diferencia de temperatura con respecto al cuerpo emisor detectado. Si el detector no fuera enfriado criogénicamente, la temperatura ambiental del detector interferiría las lecturas de temperatura recibidas por el detector.

La desventaja de los detectores criogenizados son:

- Su alto consumo de energía para enfriar.
- El alto costo para fabricar y sellar al vacío los estuches.
- Varios minutos para enfriar el sensor del detector a la temperatura óptima de operación.

3.3.2 Cámaras infrarrojas con detectores al ambiente,

Operan a la temperatura ambiental. Los más modernos usan sensores que funcionan cambiando las propiedades eléctricas del material del cuerpo emisor.

Estos cambios (de corriente, voltaje o resistencia) son medidos y comparados a los valores de temperatura de operación del sensor. Los sensores pueden estabilizarse a una temperatura de operación, por arriba de los cero Celsius, para reducir las interferencias de percepción de imagen, y es por eso que no requiere equipos de enfriamiento. Las ventajas de estos detectores son:

- Su menor costo con respecto a los criogenizados.
- Menor tamaño.

Pero sus desventajas:

- Mucho menos sensibilidad y menos resolución que los criogenizados.

3.3.3 Cámaras infrarrojas activas,

Emiten radiación infrarroja con un reflector integrado a la cámara o ubicado en otro sitio. El haz infrarrojo alumbra el cuerpo detectado; y el alumbramiento es emitido por el cuerpo para ser percibido por la cámara e interpretado en una imagen monocromática.

El reflector tiene un filtro para prevenir que la cámara sea interferida por la observación de la luz visible. Si el reflector tiene mayor alcance mayor será el tamaño y el peso de su filtro y, mayor será el tamaño de la batería por que aumenta su consumo de energía. Por eso la mayoría de las cámaras activas portátiles tienen un reflector con alcance de 100 metros, pero algunos fabricantes exageran el alcance de las cámaras a varios cientos de metros.

3.3.4 Cámaras infrarrojas pasivas,

También se llaman cámaras termográficas. Carecen de reflectores, y perciben la radiación infrarroja tal cual emitida por un cuerpo. No miran cuerpos a la misma temperatura del detector, por eso se enfrían criogénica mente a temperaturas de -

200 °C. Algunas de estas cámaras pueden tener sensibilidad a temperaturas de 0,01 °C.

Estas cámaras se usan rastrear gente en áreas donde es difícil verlos (tinieblas, humo o niebla), encontrar rastros recientes de alguien que ha dejado un lugar, seguir un coche en particular, ver rastros de humedad en ciertas superficies.

A continuación en las Fig.3.1 y Fig. 3.2 se muestran equipos de termografía con sus accesorios.



Fig.3.1:

ThermaCAM® Series P Cámaras infrarrojas – FLIR SYSTEMS



Fig.3.2:
 AGEMA INFRARED SYSTEMS AB Modelo 550 y accesorios
 Utilizado por EDEGEL

3.4 Software de análisis para Termografía Infrarroja

El software de termografía Infrarroja permite realizar un análisis más detallado y por consiguiente la generación de reportes, el análisis en tiempo real es analizado por funciones que incorpora la cámara de termografía [5].

Las imágenes detectadas por la cámara son capturadas y grabadas en un medio magnético que puede ser la tarjeta PCMCIA u otro dispositivo con gran capacidad de almacenar imágenes, desde este dispositivo y por medio del software se logra visualizar y analizar las imágenes y se podrá agregar comentarios de voz siempre y cuando la cámara tenga esta opción.

En tal sentido software dependerá de las necesidades de los usuarios, no importando si su aplicación esta relacionada con el mantenimiento predictivo, investigación y desarrollo o visión artificial. Tal es así que se tienen:

- Software para la creación de informes profesionales (Mantenimiento Predictivo).
- Software para el análisis térmico en tiempo real (Investigación y desarrollo).

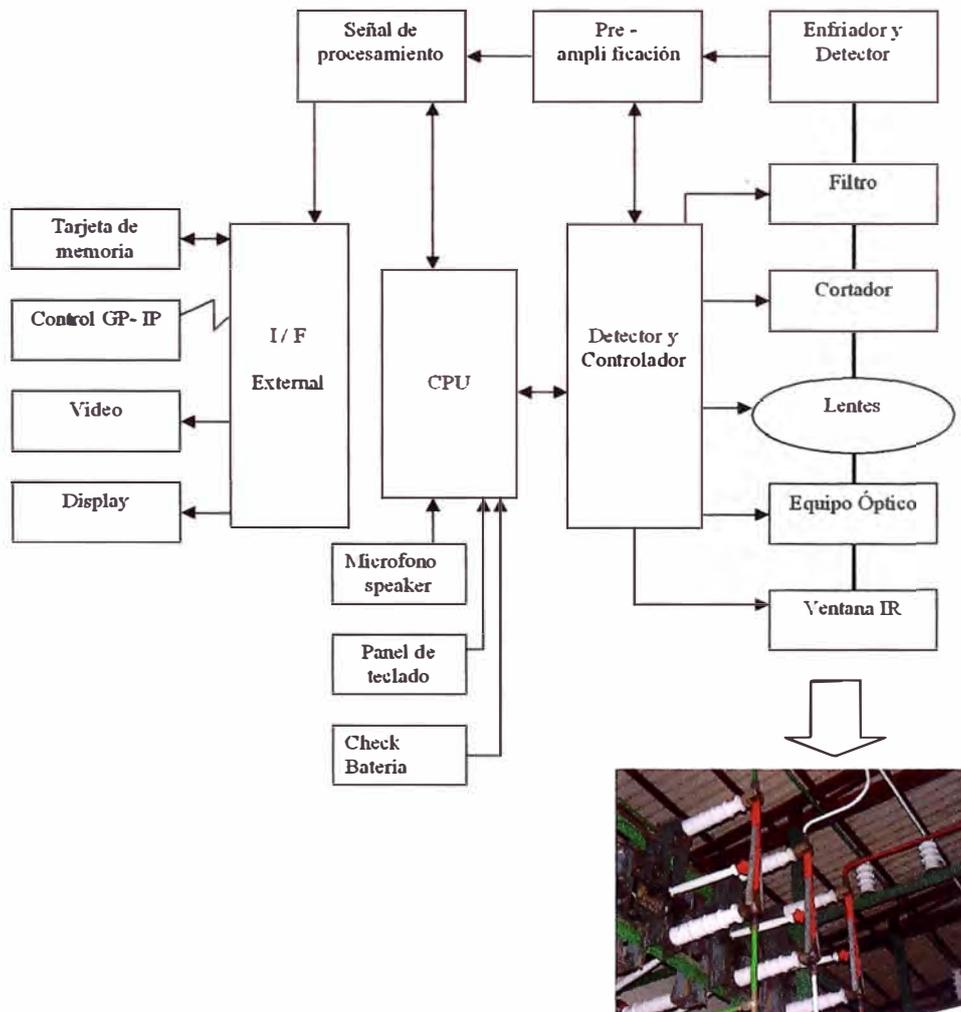
En la actualidad el software utilizado es compatible con el Windows 95, 98, NT y 2000. En tal sentido el software traerá consigo una serie de herramientas tales como:

- Generación Rápida de Reportes, crea reportes instantáneamente.
- Análisis de imágenes que grafican y puntualizan las temperaturas mínima, promedio y máxima.
- Inserción automática de voz y texto de campo desde la Cámara
- Reproducción de comentarios de voz, puede oír sus mensajes grabados en campo para cada imagen en su PC.
- Generador de reportes con asistentes, plantillas Standard fácil de utilizar con herramientas de termografía que simplifican el proceso.
- Plantillas de reportes personalizados, formato altamente flexible le permite diseñar su propio reporte.

3.5 Esquema de funcionamiento de una cámara de termografía infrarroja

La cámara convierte la radiación infrarroja invisible en una imagen visible. La cámara mide la radiación infrarroja que es irradiada desde el cuerpo que estamos mirando. La radiación infrarroja atraviesa los lentes y es enfocada en el detector, de forma muy parecida a como la radiación visual impresiona la película en una cámara fotográfica.

El detector genera una señal eléctrica de algún tipo, que varía con la intensidad de la radiación infrarroja que incide sobre él. La señal eléctrica es amplificada, digitalizada y procesada por la electrónica de la cámara. Es entonces cuando se convierte en una imagen que es visualizada en el visor, y que podemos ver como imagen infrarroja. En la Fig.3.3 se muestra el esquema de funcionamiento [1].



Objeto: Eim. Seccionador

Fig. 3.3: Esquema de funcionamiento.

CAPÍTULO IV TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN LA EMPRESA EDEGEL

4.1 Cámara Infrarroja AGEMA Thermovision 550

El sistema infrarrojo AGEMA Thermovision 550 es utilizado para monitoreo de condición, consta de una cámara infrarroja con lente de 20° incorporada, cinturón de baterías y variedad de accesorios, [4], [5].

La cámara infrarroja mide y toma imágenes correspondientes a la radiación infrarroja emitida por un objeto. El hecho de que la radiación sea función de la temperatura superficial del objeto hace que sea posible que la cámara calcule y muestre el valor de la temperatura. La cámara infrarroja está probada contra polvo y salpicaduras, choque y vibración preparada para ser utilizada en las condiciones de trabajo más duras. Se trata de una cámara realmente portátil, manejable con una única mano, ligera y con autonomía de más de 04 horas con el cinturón de baterías. A través del visor o en un monitor externo se obtiene una imagen en color, de gran resolución y en tiempo real.

La cámara es muy fácil de manejar y se opera con sólo utilizar unos cuantos botones que están situados convenientemente en el cuerpo de la cámara y fácilmente accesible a los dedos del operador para el control de la mayor parte de las funciones. Así mismo, para aumentar la funcionalidad de la cámara se ha incorporado un menú que proporciona acceso directo a un software avanzado y simple de utilizar.

Para documentar el objeto que se está inspeccionando es posible capturar y almacenar imágenes en una tarjeta PCMCIA removible, también es posible almacenar junto con cada imagen un comentario de voz incluyendo información relativa a datos del objeto, condiciones de trabajo, etc. Esto se logra conectando un sistema de auriculares a la cámara [4].

Las imágenes se pueden analizar, tanto en campo utilizando en tiempo real las funciones de medida incorporadas en la cámara o a través del PC utilizando el software de análisis y generación de informes denominado IRwin versión 5.0. La tarjeta PCMCIA se cambia desde la cámara a la PC. [5]

El software IRwin versión 5.0 permite de forma fácil crear informes de inspección que contengan imágenes infrarrojas, fotografías, tablas, etc. A continuación se presenta las especificaciones técnicas [5].

Con relación a los lentes la cámara esta dotada de un lente de 20°, pero se puede utilizar también lentes opcionales de 10° y 40°. Para incorporar el lente de 10° ó 40°, posicionar cuidadosamente el lente sobre la bayoneta de la cámara alineando los puntos blancos sobre la bayoneta de la cámara y el lente. La cámara reconoce automáticamente el tipo de lente utilizando la calibración correcta.

En la TABLA N° 4.1 se detallan las especificaciones técnicas de la cámara AGEMA 550:

TABLA N° 4.1: Especificaciones técnicas

Rango de medida de temperatura del objeto	-20 °C a 250 °C dividido en 6 rangos hasta 1200 °C con filtro estándar.
Precisión de medida	± 2% del rango ó ± 2°
Sensibilidad térmica	< 0.1 °C
Campos de visión (H x V)	20° x 15°
Tipo de detector	Array de plano focal (FPA) con 320x240 píxeles
Rango espectral	3.6 – 5 micras
Filtro espectral IR	Un filtro opcional controlado desde el menú
Visor	Color LCD (TFT)
Driver PCMCIA	Un spot para tarjetas PCMCIA de tipo II o de tipo III.
Almacenamiento de imágenes	Almacenamiento digital en 12-bit . Capacidad de la tarjeta PCMCIA de 170 Mb <-> 700 imágenes i ncluyendo comentario de voz de 30 segundos para cada imagen.
Tamaño máximo de la imagen	215 Kb
Sistema de baterías	04 baterías de metal hídrico, recargables dispuestas en cinturón
Tiempo de Operación	Más de 04 horas por cinturón de baterías
Rango de temperatura ambiente	Operación: -15°C a 50°C Almacenamiento: -40°C a 70°C
Carcasa	Metálica con protección IP 54 (IEC 529)
Montura de trípode	¼" – 20
Peso	2 kg
Tamaño	220 x 132 x 140 mm

4.2 Técnicas de medida de temperatura

El sistema AGEMA Thermovision 550 mide y obtiene imágenes de la radiación infrarroja emitida por un objeto [4]. El hecho de que esa radiación sea función de la temperatura de la superficie del objeto hace posible que la cámara pueda calcular y mostrar el valor de temperatura. Sin embargo, la radiación infrarroja medida no sólo depende de la temperatura del objeto, sino también es función de la emisividad, de la radiación que proviene de los alrededores del objeto y que se refleja sobre el objeto. La radiación procedente del objeto y la radiación reflejada también vendrán influenciadas por la absorción de la atmósfera, ver Fig.4.1.

Para medir temperatura del objeto con precisión es necesario también **compensar** los efectos de un gran número de distintas fuentes de radiación, esto se realiza en automáticamente y en tiempo real en el sistema AGEMA Thermovisión 550 [4], pero existen parámetros denominados del objeto que deben ser ingresados como datos al equipo de medición antes de realizar la medida de temperatura por termografía infrarroja, así tenemos: humedad relativa, temperatura ambiente, emisividad, distancia al objeto.

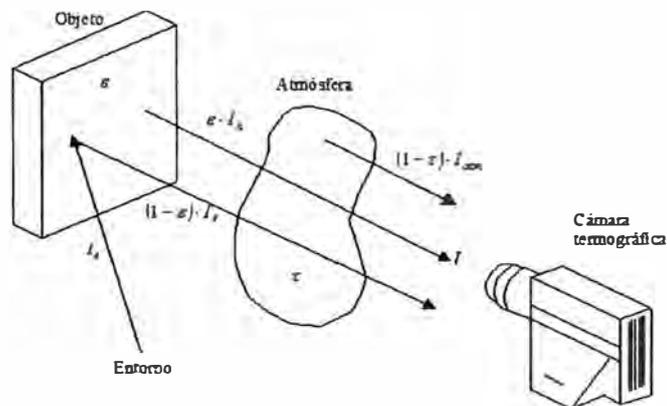


Fig.4.1: Influencia de la radiación.

4.2.1 Emisividad

Representa el parámetro del objeto más importante en la medición y en resumen la emisividad es la medida de cuanto radiación emite el objeto comparando con lo que emitiría un cuerpo negro perfecto [4].

Generalmente, los materiales y los tratamientos de las superficies presentan emisividades que oscilan entre 0.1 y 0.95. Una superficie muy pulida (espejo) tiene una emisividad en el rango de 0.1, mientras que una superficie oxidada o pintada tiene una emisividad mucho más alta. Las pinturas, independientemente de su color en el espectro visible tienen una emisividad superior a 0.9 en el espectro infrarrojo. La emisividad de la piel humana tiene una emisividad próxima a 1.

Los metales no oxidados representan un caso extremo de opacidad casi perfecta y alto valor de reflectividad especular, que no varía de forma apreciable con la longitud de onda.

Consecuentemente, la emisividad de los metales es baja y aumenta con la temperatura. Para los no metales, la emisividad tiende a ser alta y disminuye con la temperatura.

Existen 6 factores que afectan la emisividad, así tenemos:

- **Materiales metales y no metales.**
- **Estructura Superficial**, es decir cuanto más rugosa es la superficie tendrá mayor emisividad, las superficies pulidas, brillantes, suaves tienen emisividades bajas.
- **Geometría**, se refiere a la forma física del objeto, la forma en que trabaja este factor es que las cavidades, ángulos y agujeros hacen que el cuerpo comience a parecerse cada vez más al diseño de un simulador de cuerpo negro. Múltiples reflexiones entre superficies incrementan la absorción, y por tanto la emisividad.
- **Ángulo de visión**, la forma en que el ángulo afecta a la emisividad puede variar un poco entre diferentes tipos de superficies, pero normalmente no supone grandes diferencias.
- **Longitud de onda**, diferentes tipos de detectores para la misma longitud de onda pueden presentar ligeras diferencias de respuestas y así mostrar diferencias en la forma en que se comporta una superficie.

- Temperatura, la propia temperatura del objeto puede afectar a su emisividad, sin embargo es poco frecuente y la influencia en la mayoría de casos es ciertamente pequeña

Emisividades de algunos materiales típicos se citan en la TABLA N° 4.2 [3].

TABLA N° 4.2: Emisividades

Metales y sus óxidos	Emisividad
Aluminio: Lámina (brillante)	0.04
Tratado	0.83 – 0.94
Cobre: Pulido	0.05
Con alto Grado de Oxidación	0.78
Hierro: Fundido, oxidizado	0.64
Lámina oxidada	0.69 – 0.96
Níquel: Electro plateado, pulido	0.05
Acero inoxidable (tipo 18-8):	
Pulido	0.16
Oxidizado	0.85
Acero: Pulido	0.07
Oxidizado	0.79
Carbón: Sólido	0.95
Vidrio: Pieza química	0.97
Aceite: Lubricante	0.87
Piel: Humana	0.98

Ejemplos de Cálculo de la emisividad de un objeto

- **Usando un termopar**, el termopar es un dispositivo utilizado para medir temperaturas basado en la fuerza electromotriz que se genera al calentar la soldadura de dos metales distintos. Se usa para medir altas temperaturas, siendo útil para usos industriales. Entre los materiales más comunes para este propósito se encuentran el cobre, el hierro, el níquel, el constantán, etc [4].

En electrónica los termopares son cables usados como sensores de temperatura. Son intercambiables, tienen conectores estándar y pueden medir un amplio rango de temperaturas. La limitación actual es la precisión ya que puede ser difícil de conseguir termopares con errores de menos de 1°C . Existen tablas con valores estándar que muestran los voltajes producidos por los distintos termopares a diferentes temperaturas, así tenemos por ejemplo el conocido termopar tipo K a 300°C genera 12.2 mV , ver Fig.4.2.

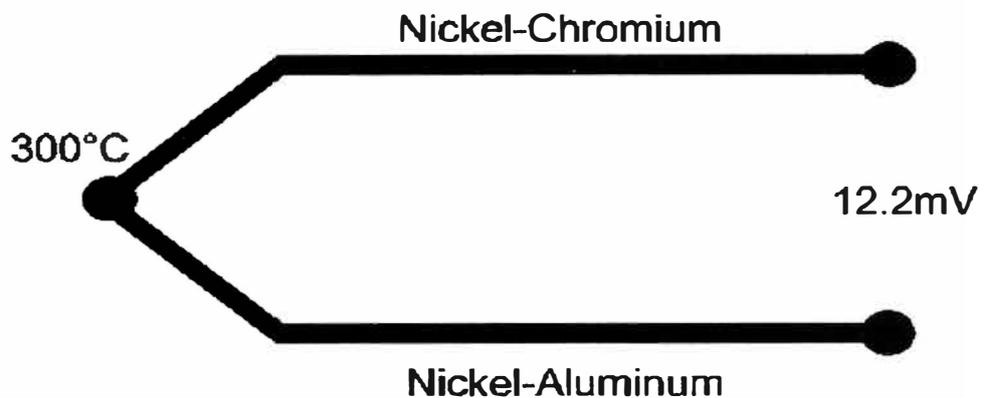


Fig.4.2: Termopar Tipo K

Para medir la emisividad de un objeto se requiere seleccionar un punto de referencia y medir su temperatura utilizando un termopar. Luego variar la emisividad hasta que la temperatura medida utilizando el sistema AGEMA Thermovision 550 coincida con la lectura del termopar. Este es el valor de la emisividad del objeto de referencia. Para calcular la emisividad de esta manera, se requiere que la temperatura del objeto de referencia no debe estar demasiado próxima a la temperatura ambiente.

- **Usando un valor de emisividad de referencia**, para ello cubrir el objeto con una pintura de emisividad conocida. Luego medir la temperatura del objeto cubierto por la pintura utilizando el sistema AGEMA Thermovision 550 fijando el valor correcto de emisividad [4]. Anotar el valor de la temperatura. Variar la emisividad hasta que el área de emisividad desconocida y adyacente a la pintura tenga el mismo valor de temperatura.

De esta forma se puede deducir el valor de emisividad. Para calcular la emisividad de esta manera, la temperatura del objeto de referencia no debe estar demasiado próxima a la temperatura ambiente.

4.2.2 Temperatura Ambiente

Este parámetro se utiliza para compensar la radiación reflejada sobre el objeto y la radiación emitida por la atmósfera entre la cámara de termografía y el objeto.

Si la emisividad es baja, la distancia muy larga y la temperatura del objeto próxima a la del ambiente, será importante establecer y compensar correctamente el efecto de la temperatura ambiente [4].

4.2.3 Distancia y humedad relativa

El parámetro distancia mide la separación lineal entre el objeto y el lente de la cámara de termografía [4].

Este parámetro se utiliza para corregir el hecho de que la radiación es absorbido entre el objeto y la cámara de termografía y el hecho de que la transmitancia disminuya con la distancia.

La cámara de termografía compensa el hecho de que la transmitancia dependa fuertemente de la humedad relativa de la atmósfera. Para ello es necesario, establecer el valor correcto de la humedad relativa. Para cortas distancias y humedad normal el valor de humedad relativa puede mantenerse por defecto el 50 %.

Con relación a la distancia entre el lente de la cámara de termografía y el objeto a medir, se tiene lo siguiente: la imagen que la cámara presenta de la zona a que esta enfocando o viendo se denomina “campo de visión” (FOV) y está compuesta de píxeles, es decir el píxel es denominado “elemento de imagen”.

Cada píxel tiene un cierto tamaño en la imagen, denominada “campo instantáneo de visión” (IFOV), es un término que se originó en las cámaras de barrido, donde el IFOV se definía como el tamaño del detector proyectado a través del lente sobre el objeto.

Lo que se busca con una cámara de termografía es ver objetos pequeños en función de distancias seguras de modo que no se tenga distorsión durante la lectura de temperatura por termografía. En la TABLA N° 4.3 se muestra el campo de visión (FOV) y el campo instantáneo de visión (IFOV) para el sistema AGEMA Thermovision 550 [4].

TABLA N° 4.3: Campos de visión FOV y IFOV

Distancia al objeto	0.15 m	0.5 m	1.5 m	3m	10 m	30 m	100 m
Lente 20°							
FOV →		0.18m (*)	0.54 m	1.1 m	3.6 m	11 m	36 m
IFOV →		0.6 mm	1.6 mm	3.4 mm	11 mm	34 mm	110 mm
Lente 40°							
FOV →	0.12m (*)	0.37 m	1.1 m	2.2 m	7.2 m	22 m	72 m
IFOV →	0.4 mm	1.2 mm	3.4 mm	6.8 mm	23 mm	68 mm	226 mm

(*) Mínima distancia de enfoque al objeto

4.3 Técnicas de análisis de la imagen térmica

Una imagen térmica es algo completamente diferente de una imagen visual, por lo que es necesario conocer algún método para analizarla. El análisis de una imagen térmica requiere de conocimientos teóricos y experiencia práctica [1].

4.3.1 Gradiente térmico

Un gradiente térmico es una variación de la temperatura gradual con la distancia. Un gradiente térmico indica a menudo la existencia de transmisión de calor por conducción. Muchos de los objetivos en termografía son sólidos opacos, y entre ellos la transmisión de calor sólo se produce por conducción.

El gradiente térmico nos muestra el sentido de flujo de calor y nos dirige así hacia la fuente de calor.

A continuación se muestra en la Fig.4.3 la imagen térmica de un seccionador de 10 kV, presente temperatura mayor en la fase S, [1].

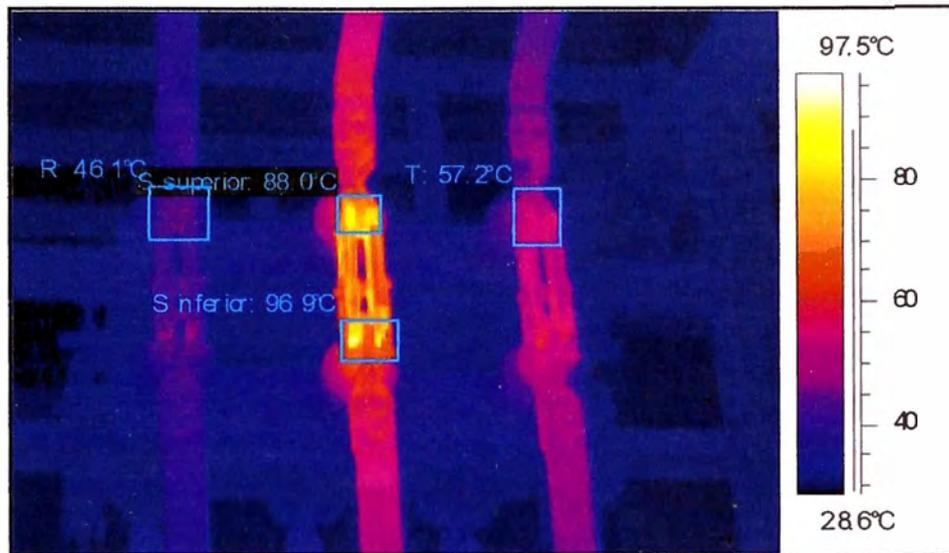


Fig.4.3: Imagen térmica de un seccionador

4.3.2 Utilidades de la cámara de termografía.

Para comprender mejor la distribución térmica de la cámara se tiene [1], [4]:

- Ajuste térmico, significa ajustar la escala de colores sobre el cuerpo que se quiere analizar, con el objetivo de optimizar el contraste sobre el mismo.
- Isoterma, sustituye algunos colores de la escala por otro de elevado contraste. De esta forma marca un intervalo de igual temperatura aparente.
- Paletas de color, asigna a una imagen diferentes colores para marcar niveles específicos de temperatura aparente, las paletas pueden dar mayor o menor contraste, dependerá de los colores que se utilicen.

4.4 Principios de análisis de temperatura por termografía

Existen dos principios de análisis distintos: Cualitativo y Cuantitativo. La razón por la que la termografía es una herramienta tan útil y especial es por la posibilidad de trabajar con imágenes. El hecho de que veamos la imagen térmica y así poder localizar posibles anomalías es muy importante. Una lectura única de temperatura, por si sola no aporta mucha menos información [1].

4.4.1 Termografía Cualitativa

Se basa en el análisis de la imagen térmica para revelar y localizar la existencia de anomalías y evaluarlas. Por tal razón es importante saber evaluar una imagen,

durante las inspecciones siempre se realiza el análisis cualitativo, es decir siempre que miramos un objeto se analiza aunque sea por una fracción de segundo [1].

4.4.2 Termografía Cuantitativa

Se basa en la utilización de la medida de la temperatura como criterio para determinar la criticidad de una anomalía y así establecer la prioridad de atención y reparación. La termografía cuantitativa nos proporciona varios criterios de severidad para determinar la gravedad de un problema. Otros criterios incluyen: proceso de producción, factores de seguridad y factores de medio ambiente [1].

4.5 Criterios de clasificación de Fallos (Puntos Calientes)

La utilización de criterios de clasificación de fallos nos ofrece una aproximación sistemática al establecimiento de prioridades de reparación. Si clasificamos las anomalías que se han detectado, seremos capaces de abordar primero las más graves.

Hay muchos criterios de clasificación, publicados por diferentes organizaciones, los criterios varían de una industria a otra, según el País o el tipo de equipo. Los criterios deben ser acordes con los recursos que dispone para corregir los problemas. Se debe generar una clasificación razonable y distribuida entre los criterios para calificar una anomalía. Si no es así muchos de los problemas caerán en una categoría de “urgente”.

Un buen criterio de clasificación debe cumplir con lo siguiente [1]:

- Debe ser operativo, es decir describir que acción llevar a cabo cuando se cumplen algunas condiciones específicas.
- Debe especificarse bajo que condiciones y para que equipos es válido.

4.5.1 Criterio de medida Delta T

Un Delta T es una medida de diferencia de temperaturas entre la temperatura actual del componente estropeado y alguna temperatura de referencia.

La medida Delta T es utilizada para determinar cuánto se aleja la anomalía del valor “normal”, a esto se denominará una medida “cuantitativa comparativa” [1].

Se necesita establecer una referencia de lo que se considera "normal". Algunas veces se utilizan especificaciones del fabricante o datos históricos. En los equipos eléctrico, la referencia es a menudo el componente correspondiente de otra fase, suponiendo que la carga sea la misma, se asume que el componente de referencia tiene la temperatura que el componente estropeado (punto caliente) debería tener si estuviera en perfectas condiciones.

Siempre necesitamos comparar con algo. En termografía eléctrica, podemos comparar unas fases con otras, una conexión caliente con el cable que se encuentre cerca o la línea que entra con la que sale.

4.6 Compensación de la influencia del entorno

Resulta interesante compensar el efecto de la radiación sobre los objetos alrededor de nosotros y del objetivo. Entre ellos se tiene la reflexión del entorno y la atenuación de la atmósfera.

La atenuación de la atmósfera [1]se consigue estimando los siguientes factores que luego serán procesados por la cámara de termografía infrarroja, ellos son:

- Distancia al objetivo, es decir cuanta más atmósfera exista más radiación emitirá y absorberá.
- Temperatura del aire, presenta dos efectos uno de ellos establece que cuanto más caliente está el aire más irradiará y el otro efecto está relacionado con la humedad relativa que no tiene mucha implicancia en la lectura de la temperatura.

La atenuación de la reflexión del entorno [1]está relacionada con la temperatura aparente reflejada que se define como la temperatura aparente de los objetos que son reflejados por el objetivo sobre la cámara de termografía, para atenuar este fenómeno se requiere conocer la temperatura ambiente que luego será ingresado a la cámara de termografía como un dato para compensar el fenómeno.

CAPÍTULO V

MÉTODOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA POR TERMOGRAFÍA INFRARROJA

5.1 Método General por comparación (Delta T), aplicado por EDEGEL.

En las inspecciones de termografía llevadas a cabo en instalaciones eléctricas (Centrales Eléctricas, Sub Estaciones de MT y AT, Líneas de Transmisión, se emplea el método que se basa en la **comparación de diferentes partes o elementos que pertenecen a un equipo o instalación** [1], [4].

Este método necesita comparar sistemáticamente la(s) fase(s) – es decir R S T - del elemento o componente(s) afín de identificar uno o varios puntos que difieran del valor de temperatura estándar (referencia) de funcionamiento del equipo o instalación. Los puntos de temperatura que se desvían del valor estándar son denominados “**puntos calientes**”.

Los puntos calientes se presentan por ejemplo cuando se trabajan con cargas desbalanceadas en un circuito, en puntos de contacto flojos, circuitos expuestos a temperaturas elevadas (poca ventilación), por formación de óxido, corrosión, etc.

Es importante tener en cuenta que los puntos calientes pueden ocasionar fallas en instalaciones o equipos e inclusive con pérdida de producción (lucro cesante).

En síntesis, para realizar la medición de temperatura con mayor facilidad, eliminando posibles factores distorsionantes, nos interesamos principalmente en las diferencias de temperatura entre los mismos puntos (igual ubicación) de las fases de un mismo circuito.

Es importante conocer y definir previamente los parámetros del equipo o instalación en donde se desarrollará la medición de temperatura, según lo establecido en el

Capítulo IV del presente informe, siendo los parámetros: emisividad, temperatura ambiente, humedad relativa, distancia lineal.

5.1.1 Criterio de Prioridad de Atención de un Punto Caliente.

Considerando que la carga del equipo o instalación que requiere la medición de temperatura por termografía infrarroja debe ser mayor o igual que el **50% de su carga nominal** de preferencia a valores nominales de carga, para tal escenario se en la TABLA N° 5.1. ha definido el criterio de atención de un punto caliente de la manera siguiente [1], [4]:

TABLA N° 5.1: Criterio de atención de puntos calientes.

PRIORIDAD	DESCRIPCIÓN	CRITERIO
1	La temperatura de la fase del componente supera en más de 25 °C a la temperatura del mismo componente de la otra(s) fase(s).	Intervención Inmediata (48 horas)
2	La temperatura de la fase del componente es mayor en más de 10 °C y menor o igual de 25 °C respecto a la temperatura del mismo componente de la otra(s) fase(s).	Programar intervención < 15 días
3	La temperatura de la fase del componente es menor o igual de 10 °C respecto a la temperatura del mismo componente de la otra(s) fase(s).	Control y Seguimiento.

Para valorizar el exceso de temperatura de cargas que son **menores al 50% de su carga nominal**, se debe emplear la Ley de Joule, según se indica en la ecuación (5.1), luego recalculan la temperatura al 50% de su carga nominal y aplicar los criterios indicados en la TABLA N° 5.1.

$$P = R I^2 \quad (5.1)$$

A partir de la Ley de Fourier de Transmisión de Calor (Conducción estacionaria en sólidos) se deduce la ecuación (5.2):

$$\Delta T^{\circ}_{\text{corregido al 50\%}} = \Delta T^{\circ}_{\text{real}} * I_{50\% \text{ nominal}}^2 / I_{\text{real}}^2 \quad (5.2)$$

Esto significa que la temperatura crece con el cuadrado de la carga. Esta relación no se aplica estrictamente pues la resistencia de contacto cambia levemente con la temperatura. En conclusión, se debe considerar que al doblar el valor de la carga, se tiene como resultado cuatro veces el exceso de temperatura.

5.2 Método exclusivo para Líneas de Transmisión (Método referencial no aplicado por EDEGEL)

Frecuentemente las fallas en redes de transmisión y distribución causan interrupciones en el suministro de energía eléctrica. Lo mismo puede ocurrir en redes industriales, provocando graves problemas de producción (lucro cesante). La aplicación de la termografía infrarroja previene fallas o interrupciones no deseadas.

La detección de un componente defectuoso basado en una elevación anormal de su temperatura esta en función del aumento de resistencia óhmica debido a presencia de óxido, corrosión o falta de contacto.

Se recomienda realizar inspecciones en períodos de mayor demanda (valores nominales de carga), es allí cuando los puntos en comparación se toman más evidentes. Los componentes más inspeccionados son: elementos bimetalicos de los cuellos muertos de las líneas, empalmes o uniones, puntos de derivaciones, etc.

A continuación se detalla un método [2], [3] que tiene en cuenta los siguientes parámetros: Intensidad de corriente y velocidad del viento, los cuales mediante clasificaciones de prioridad se tomará acciones para la atención oportuna de los denominados "puntos calientes".

5.2.1 Intensidad de Corriente

La potencia disipada por un componente defectuoso crece rápidamente con el aumento de la corriente, según la siguiente ecuación (5.3):

$$P = R I^2 \quad (5.3)$$

Donde:

- P : Potencia disipada en Watts
- R : Resistencia del componente en Ohms
- I : Corriente del circuito en Amperes.

En muchos de los casos las mediciones no serán efectuadas a plena carga del circuito, entonces por lo que se hace necesario calcular el incremento de la temperatura a 100% de su carga nominal, la ecuación (5.4) que se muestra es válida para cargas hasta el 50 % de su carga nominal.

$$\Delta t_{2i} = \Delta t_1 \frac{(I_2)^2}{(I_1)^2} \quad \text{ó} \quad \Delta t_{2i} = \Delta t_1 * FCC \quad (5.4)$$

Donde:

Δt_1 : incremento de temperatura medido con carga I_1

Δt_{2i} : incremento de temperatura medido con carga I_2 (100%)

FCC : factor de corrección de carga, ver TABLA N° 5.2.

TABLA N° 5.2.
Factores de corrección de carga (FCC)

Carga (%)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
FCC	1.00	1.11	1.23	1.38	1.56	1.77	2.00	2.37	2.78	3.30	4.00

5.2.2 Velocidad del aire

La disipación de calor por convección determinado por la velocidad del aire, provoca el enfriamiento de los componentes. En aquellos lugares donde se realiza la inspección por termografía y está sujeta a corrientes de aire se puede determinar los valores de temperatura. Según determinaciones experimentales el efecto de la velocidad del aire está dado por la siguiente ecuación (5.5):

$$\Delta t_{2ii} = \Delta t_1 \frac{(I_2)^2}{(I_1)^2} \quad \text{ó} \quad \Delta t_{2ii} = \Delta t_1 * FCVA \quad (5.5)$$

Donde:

Δt_1 : incremento de temperatura medido con velocidad de aire V_1

Δt_{2ii} : incremento de temperatura medido con velocidad de aire V_2 (1 m/s).

FCVA : factor de corrección para velocidades de aire, ver TABLA N° 5.3.

La ecuación es válida para velocidades de hasta 7 m/s (25 Km./h). Por encima de estos valores no es recomendable realizar la medición.

TABLA N°5.3

Factores de corrección para velocidades de aire (FCVA)

Velocidad de aire (m/s)	1	2	3	4	5	6	7
FCVA	1.00	1.37	1.64	1.86	2.06	2.23	2.39

Validación de las mediciones, con la implantación de las técnicas de inspección por termografía en redes eléctricas es necesaria una clasificación de las mediciones efectuadas. Por tanto se toma como base el crecimiento máximo admisible (Δt_m), definido en la ecuación (5.6):

$$\Delta t_m = t_m - t_a \quad (5.6)$$

Donde:

t_m : temperatura máxima admisible de operación para un componente

t_a : temperatura ambiente o temperatura media local.

Asimismo el crecimiento de temperatura a partir de la corriente eléctrica y la velocidad del viento esta dado por la ecuación (5.7):

$$\Delta t_2 = \Delta t_{2i} - \Delta t_{2ii} \quad (5.7)$$

A partir de las ecuaciones (5.6) y (5.77) es posible la clasificación del crecimiento medido para cada caso. La clasificación de prioridad y las acciones se indican a continuación en la TABLA N° 5.4.

TABLA N° 5.4: Criterios de atención de un punto caliente en LLTT

Crecimiento corregido para carga de 100% de la Nominal	Clasificación del Punto caliente	Acción a tomar
$\Delta t_2 / \Delta t_m \geq 0.9$	Severamente Crítico	Atención urgente (24 horas)
$0.9 > \Delta t_2 / \Delta t_m \geq 0.6$	Muy Crítico	Atención inmediata (48 horas)
$0.6 > \Delta t_2 / \Delta t_m \geq 0.3$	Crítico	Atención programable (Menor a 2 meses)
$0.3 > \Delta t_2 / \Delta t_m \geq 0.0$	Normal	Ninguno

5.3 Directrices para instalaciones de Distribución (Criterios y valores referenciales no aplicado por EDEGEL)

Para redes de distribución aérea y subterránea se ha establecido criterios [1] según los indicados en la TABLA N° 5.5. y TABLA N° 5.6.

TABLA N° 5.5: Redes Aéreas.

Instalación de Distribución	Incremento de temperatura (ΔT)*	Acción a tomar
Aérea	14 a 20° C.	Grado 3: Medidas correctivas no requeridas. Deben ser registradas.
	21 a 60° C.	Grado 2: Medidas correctivas requerida de acuerdo a la planificación o tan pronto como sea posible, dependiendo del tipo de carga distribuida y de la magnitud del incremento de temperatura dentro del rango mencionado.
	Mayor a 61° C.	Grado 1: Medidas correctivas requeridas inmediatamente.

TABLA N° 5.6: Redes Subterráneas

Instalación de Distribución	Incremento de temperatura (ΔT)*	Acción a tomar
Subterráneas	2 a 4° C.	Grado 3: Medidas correctivas no requeridas. Deben ser registradas.
	5 a 10° C.	Grado 2: Medidas correctivas requerida de acuerdo a la planificación o tan pronto como sea posible, dependiendo del tipo de carga distribuida y de la magnitud del incremento de temperatura dentro del rango mencionado.
	Mayor a 11° C.	Grado 1: Medidas correctivas requeridas inmediatamente.

CAPÍTULO VI INSPECCIONES DE TEMPERATURA POR TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN LA EMPRESA EDEGEL

6.1 Programa de Mantenimiento: inspecciones y controles de termografía

Como parte del Programa Anual de Mantenimiento, la empresa EDEGEL cuenta con un tipo de Mantenimiento denominado Predictivo basado en la termografía infrarroja, esta técnica le permite detectar, sin contacto físico con el elemento bajo análisis cualquier falla que se manifieste en un cambio de la temperatura sobre la base de medir los niveles de radiación dentro del espectro infrarrojo, asimismo la termografía infrarroja permite prevenir y eliminar futuras fallas ocasionadas por la aparición de los denominados "Puntos Calientes".

La condición para realizar este tipo de Mantenimiento es que el equipo o instalación se encuentren en servicio y en condiciones nominales de carga, es decir sin generar indisponibilidad del equipo o instalación lo que implica no interrumpir el proceso de generación o transmisión de energía eléctrica.

De acuerdo al Programa de Mantenimiento se ha definido periodicidades para las inspecciones que pueden ser cada 06 meses e incluso llegar al año.

En la TABLA N° 6.1 se muestra parte del Programa Anual de Mantenimiento en el que se destaca un resumen de las actividades preventivas tales como la termografía infrarroja en Centrales de Generación y Sub Estaciones de Alta Tensión.

El Área de Mantenimiento es el encargado de ejecutar dichas actividades basados en los métodos analizados en el Capítulo IV, para tal fin cuenta con una cámara especial

de Termografía Infrarroja Modelo AGEMA Thermovision 550 y con capacidad de almacenar imágenes en una tarjeta PCMCIA removible [4].

Para la ejecución de los controles de temperatura por termografía infrarroja se cuenta con la Instrucción I.ME.HH.013 “Inspección de termografía en Centrales de Generación y Sub estaciones”, en el referido documento se destacan los parámetros previos a utilizar, los pasos para la ejecución de la actividad, metodología a seguir, tiempos estimados de medición, criterios para la detección de “puntos calientes”, generación de reportes de “puntos calientes”, en el ANEXO A se adjunta la instrucción I.ME.HH.013.

Asimismo para una correcta inspección se requiere de esquemas, diagramas o planos, en tal sentido para el caso EDEGEL cuenta con esquemas unificadores que son utilizados como referencia durante la medición de temperatura por termografía infrarroja destacándose detalles tales como: derivaciones de barras o conductores, empalmes de conductores, acometidas y conexiones a equipamiento de potencia, medida, control y de maniobra, en el ANEXO B se adjuntan los esquemas unifilares utilizados durante los controles de temperatura.

TABLA N° 6.1: Programa Anual de Mantenimiento

CENTRAL	GRUPO	SISTEMA	SUBSISTEMA	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	CRIT	PER	HH	TIPO	COND
HUINCO	GRUPO 1,2,3,4	ALTERNADOR	ALTERNADOR	ALTERNADOR	Medición termografía Generador y Transformador	II	6M	3	MEDI	E/S
MATUCANA	GRUPO 1,2	ALTERNADOR	ALTERNADOR	ALTERNADOR	Medición termografía Generador y Transformador	II	6M	3	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	GRUPO 1,2,3,4	ALTERNADOR	ALTERNADOR	ALTERNADOR	Medición termografía Generador y Transformador	II	6M	3	MEDI	E/S
MOYOPAMPA	GRUPO 1,2,3	ALTERNADOR	ALTERNADOR	ALTERNADOR	Medición termografía Generador y Transformador	II	6M	3	MEDI	E/S
HUAMPANI	GRUPO 1,2	ALTERNADOR	ALTERNADOR	ALTERNADOR	Medición termografía Generador y Transformador	II	6M	3	MEDI	E/S
YANANGO	GRUPO 1	ALTERNADOR	ALTERNADOR	ALTERNADOR	Medición termografía Generador y Transformador	II	6M	3	MEDI	E/S
CHIMAY	GRUPO 1,2	ALTERNADOR	ALTERNADOR	ALTERNADOR	Medición termografía Generador y Transformador	II	6M	3	MEDI	E/S
CENTRAL	GRUPO	SISTEMA	SUBSISTEMA	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	CRIT	PER	HH	TIPO	COND
HUINCO	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2001	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
HUINCO	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2002	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
MATUCANA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2007	Medición termografía	III	A	54	MEDI	E/S
MATUCANA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2007A	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2008	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2009	Medición termografía	III	A	36	MEDI	E/S
CAJAMARQUILLA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2015	Medición termografía	III	A	36	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 716	Medición termografía	III	A	4	MEDI	E/S
YANANGO	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 256	Medición termografía	III	A	96	MEDI	E/S
CHIMAY	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 257	Medición termografía	III	A	96	MEDI	E/S
HUINCO	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2001	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
HUINCO	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2002	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
MATUCANA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2007	Medición termografía	III	A	54	MEDI	E/S
MATUCANA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2007A	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2008	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2009	Medición termografía	III	A	36	MEDI	E/S
CAJAMARQUILLA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 2015	Medición termografía	III	A	36	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 716	Medición termografía	III	A	4	MEDI	E/S
YANANGO	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 256	Medición termografía	III	A	96	MEDI	E/S
CHIMAY	SS.EE. 220 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 220 KV	LÍNEA N° 257	Medición termografía	III	A	96	MEDI	E/S
MOYOPAMPA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 601	Medición termografía	III	A	72	MEDI	E/S
MOYOPAMPA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 602	Medición termografía	III	A	72	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 603	Medición termografía	III	A	54	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 604	Medición termografía	III	A	36	MEDI	F/S
MOYOPAMPA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 605	Medición termografía	III	A	72	MEDI	E/S
MOYOPAMPA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 606	Medición termografía	III	A	72	MEDI	E/S
MOYOPAMPA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 673	Medición termografía	III	A	2	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 611	Medición termografía	III	A	54	MEDI	E/S
CALLAHUANCA	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 71B	Medición termografía	III	A	90	MEDI	E/S
HUAMPANI	SS.EE. 60 KV	MANDO Y CONTROL	MEDIDA Y CONTROL 60 KV	LÍNEA N° 654	Medición termografía	III	A	36	MEDI	E/S

Como información referencial la empresa EDEGEL también cuenta con el Área de Operaciones de Centrales Eléctricas que es la encargada de cumplir con el programa de despacho de carga y control de los parámetros de los procesos de Generación de Energía Eléctrica y Conducción del agua.

Como parte de las actividades programadas, el operador de una Central Eléctrica realiza inspecciones y controles de temperatura con equipos denominados de termómetro portátil con Láser, la periodicidad de los controles es mensual, los datos de temperatura obtenidos son registrados en formatos definidos para cada instalación de modo que le permita tener bajo control las unidades Generadoras, los puntos a controlar son sólo los críticos que pueden interrumpir el proceso de Generación de Energía en comparación con las actividades que desarrolla personal de Mantenimiento .

En la TABLA N° 6.2. se indican los elementos a controlar. Los equipos utilizan señales de rayos láser sobre la superficie a ser medida [6], dichos equipos presentan limitaciones en lo referente a distancia de medición, es decir no pueden ser utilizados para controles de termografía infrarroja en Líneas de Transmisión.

TABLA N° 6.2: Equipos controlados por equipos portátiles de operación.

INSTALACIÓN	EQUIPO	COMPONENTE
Grupo Generador	Generador	Carbones – Anillos deslizantes
Grupo Generador	Excitatriz	Carbones – Colector
Subestación 60 kV	Interruptor	Conectores de entrada y salida
Subestación 60 kV	Seccionadores	Conectores de entrada y salida
Subestación 60 kV	Seccionadores	Contactos fijos y móviles
Subestación 60 kV	Barras	Conectores entre barras
Subestación 60 kV	Barras	Conectores de derivación

CAPÍTULO VII REPORTES DE LAS INSPECCIONES POR TERMOGRAFÍA INFRARROJA EN LA EMPRESA EDEGEL

7.1 Reportes de puntos calientes desde el año 1999 al 2004

Como parte del Programa Anual de Mantenimiento, EDEGEL cuenta con un tipo de Mantenimiento denominado Predictivo que le permite prevenir futuras fallas ocasionadas por “Puntos Calientes”, es decir la condición para realizar este tipo de Mantenimiento es que el equipo o instalación se encuentren en servicio de preferencia con valores nominales de carga. Los resultados están basados en el Método General por Comparación tratado en el Capítulo IV.

En la TABLA N° 7.1, TABLA N° 7.2, TABLA N° 7.3, TABLA N° 7.4, TABLA N° 7.5, TABLA N° 7.6, se muestra el resumen por año de los denominados “puntos calientes” encontrados, se ha destacado en el resumen: la instalación, unidad, equipo, calentamiento del punto caliente, tipo de intervención según el criterio adoptado, el costo marginal promedio, la potencia comprometida y por la pérdida económica. Para los casos de puntos calientes que requirieron “intervención inmediata” se ha calculado las pérdidas económicas, involucra a grupos generadores, transformadores de potencia y determinadas líneas de transmisión que por su configuración no permite otra alternativa para la transmisión de energía.

Mientras que para los otros puntos calientes detectados el proceso de atención estuvo en función del Programa de Mantenimiento Mensual y Semanal – aprobado por el COES -, los protocolos que pertenecen a los resúmenes mostrados y en el que se destaca los puntos calientes a través de imágenes de termografía se encuentran el ANEXO C del presente informe, en el ANEXO D se muestran los costos marginales promedios. Los puntos calientes detectados por el Área de Operaciones fueron muy pocos y no generaron pérdidas económicas, entre los principales destacan calentamiento de carbones de la excitatriz y anillos deslizantes, el tratamiento o gestión de los puntos calientes estuvo en función del Programa de Mantenimiento Mensual o Semanal.

TABLE N° 7.1
EDEL S.A.A - RESUMEN REPORTES PUNTOS CALIENTES:1999

Nº	Instalación	Unidad	Ubicación del Pto Caliente	Calentamiento (pto caliente) °C	Tipo de Intervención	Cmg Promedio (US\$/Mwh)	Potencia sin Despachar (MW)	Horas Indisponib.	Pérdida económica (US\$)
1	Callahuana	Línea 2007	Seccionador de Línea: Platinas de contacto fase T, lado reductores combinados.	15.8	< 15 días	---	---	---	---
2	Callahuana	Línea 2009	Reductores combinados: Borne de contacto fase R, lado interruptor.	5.4	Ctrl&Seguim.	---	---	---	---
3	Callahuana	Línea 2008	Seccionador de barra: Platinas de contacto fase S, lado interruptor	11.7	< 15 días	---	---	---	---
4	Callahuana	Línea 716	Seccionador de barra: Unión de brazos de contacto, fases S y T	14.1	< 15 días	---	---	---	---
5	Huampani	Grupo 1	Excitatriz principal: Grupo 2 - Carbón 2	24.0	< 15 días	---	---	---	---
6	Huampani	Grupo 1	Excitatriz principal: Grupo 6 - Carbón 2	20.0	< 15 días	---	---	---	---
7	Huampani	Grupo 2	Excitatriz principal: Grupo 2 - Carbón 2 y 3	17.0	< 15 días	---	---	---	---
8	Huampani	Línea 654	Interruptor: Conector de entrada, fase T	8.0	Ctrl&Seguim.	---	---	---	---
9	Callahuana	Grupo 1	Excitatriz principal: Grupo 1 - Carbón 2, 4 y 5	79.8	Inmediata	15.942	12	3	573.912
10	Callahuana	Grupo 1	Excitatriz principal: Grupo 2 - Carbón 2 y 3	45.9	Inmediata	15.942	12	3	573.912
11	Callahuana	Grupo 1	Excitatriz principal: Grupo 3 - Carbón 3 y 4	71.3	Inmediata	15.942	12	3	573.912
12	Callahuana	Grupo 2	Excitatriz principal: Grupo 2 - Carbón 1	45.3	Inmediata	15.942	12	3	573.912
13	Callahuana	Grupo 2	Excitatriz principal: Grupo 3 - Carbón 2 y 3	32.2	Inmediata	15.942	12	3	573.912
14	Callahuana	Grupo 2	Excitatriz principal: Grupo 4 - Carbón 1, 2 y 3	45.6	Inmediata	15.942	12	3	573.912
15	Callahuana	Grupo 3	Excitatriz principal: Grupo 1 - Carbón 4 y 5	19.7	< 15 días	---	---	---	---
16	Callahuana	Grupo 3	Excitatriz principal: Grupo 3 - Carbón 1, 4 y 5	21.6	< 15 días	---	---	---	---
17	Callahuana	Grupo 3	Anillos rozantes - lado negativo: Grupo 1 - Carbón 2, 4 y 5	56.7	Inmediata	15.942	12	3	573.912
18	Callahuana	Grupo 3	Anillos rozantes - lado negativo: Grupo 8 - Carbón 4	49.1	Inmediata	15.942	12	3	573.912
19	Callahuana	Grupo 4	Anillos rozantes - lado negativo: Grupo 6 - Carbón 11	20.0	< 15 días	---	---	---	---
20	Callahuana	Línea 611	Seccionador de línea: Conector de salida, fase S	8.0	Ctrl&Seguim.	---	---	---	---
21	Callahuana	Grupo 3	Salida del alternador 6.5 kV: Botella terminal 4, fase R	18.7	< 15 días	---	---	---	---
22	Callahuana	Grupo 4	Transformador 60/8 kV: Unión recta fase R	10.6	< 15 días	---	---	---	---
23	Huampani	Línea 654	Pasamuros de salida: Morzada pasamuro, fase superior hacia Torre 1	17.1	< 15 días	---	---	---	---
24	Huampani	Línea 654	Torre de anclaje: Empalme a compresión lado cadena de aisladores, fase inferior	15.5	< 15 días	---	---	---	---
25	Cajamarquilla	Línea 2015	Interruptor de potencia: Borne de conexión lado Barra 1, fase R	12.2	< 15 días	---	---	---	---
26	Cajamarquilla	Línea 2015	Seccionador de Barra 1: Borne de conexión y cuchilla del seccionador lado línea, fase R	87.9	Inmediata	---	---	---	---
27	Cajamarquilla	Línea 2015	Seccionador de Barra 1: Borne de conexión y cuchilla del seccionador lado línea, fase T	75.7	Inmediata	---	---	---	---
28	Cajamarquilla	Línea 2015	Seccionador de Barra 1: Borne de conexión y cuchilla del seccionador barra línea, fase S	65.9	Inmediata	---	---	---	---
29	Callahuana	Acoplamiento 220kV	Seccionador de Barra 1: Unión brazos de contactos - fases R y T	133.2	Inmediata	---	---	---	---

TABLE N° 7.2
EDEL S.A.A - RESUMEN REPORTES PUNTOS CALIENTES:2000

Nº	Instalación	Unidad	Ubicación del Pto Caliente	Calentamiento (pto caliente) °C	Tipo de Intervención	Cmg Promedio (US\$/Mwh)	Potencia sin Despachar (MW)	Horas Indisponib.	Pérdida económica (US\$)
1	Moyopampa	Línea 605	Interruptor de línea: Conector lado seccionador	12.5	< 15 días	---	---	---	---
2	Huampani	Grupo 1	Excitatriz principal: Grupo 2 - Carbón 2	31.4	Inmediata	21.572	15	3	970.74
3	Cajamarquilla	Línea 2009	Interruptor de línea: Conectores	13.0	< 15 días	---	---	---	---
4	Cajamarquilla	Línea 2015	Seccionador de barras I: Contacto móvil	91.4	Inmediata	---	---	---	---
5	Cajamarquilla	Línea 2008	Trampa de Onda: Conector lado línea	16.9	< 15 días	---	---	---	---
6	Moyopampa	Grupo 1	Transformador de 60/10 Kv: Unión fase R	12.9	< 15 días	---	---	---	---

TABLE N° 7.3
EDEL S.A.A - RESUMEN REPORTES PUNTOS CALIENTES:2001

Nº	Instalación	Unidad	Ubicación del Pto Caliente	Calentamiento (pto caliente) °C	Tipo de Intervención	Cmg Promedio (US\$/Mwh)	Potencia sin Despachar (MW)	Horas Indisponib.	Pérdida económica (US\$)
1	Callahuana	Línea 2009	Interruptor: Conector lado Transformador combinado	37.0	Inmediata	---	---	---	---
2	Callahuana	Línea 716	Seccionador: Unión de contactos - fase S	12.0	< 15 días	---	---	---	---
3	Callahuana	Línea 606	Barra: Conector entre Interruptor y trafo de corriente - Fase S	11.2	< 15 días	---	---	---	---
4	Cajamarquilla	Línea 2009	Seccionador de barra II: Mordaza: terminal y contactos (fase S)	37.2	Inmediata	---	---	---	---
5	Cajamarquilla	Línea 2009	Seccionador de barra II: Mordaza: terminal y contactos (fase T)	19.1	< 15 días	---	---	---	---
6	Cajamarquilla	Línea 2015	Seccionador de barra I: Contactos fijo y móvil (fase S)	64.6	Inmediata	---	---	---	---
7	Cajamarquilla	Línea 2015	Seccionador de barra I: Contactos fijo y móvil (fase T)	24.6	< 15 días	---	---	---	---
8	Cajamarquilla	Línea 2009	Seccionador de barra I: Contactos fijo y móvil (fase T)	40.6	Inmediata	---	---	---	---
9	Moyopampa	Línea 601	Seccionador de barra II: Contactos fijos (fase T)	27.5	Inmediata	---	---	---	---
10	Moyopampa	Línea 611	Seccionador de barra II: Contactos fijos (fase R)	14.5	< 15 días	---	---	---	---
11	Moyopampa	Línea 602	Seccionador de barra II: Terminal de conexión (fase S)	18.3	< 15 días	---	---	---	---

TABLA N° 7.4

EDEGEL S.A.A - RESUMEN REPORTES PUNTOS CALIENTES:2002

Nº	Instalación	Unidad	Ubicación del Pto Caliente	Calentamiento (pto caliente) °C	Tipo de Intervención	Cmg Promedio (US\$/MWh)	Potencia sin Despachar (MW)	Horas Indisponib.	Pérdida económica (US\$)
1	Cajamarquilla	Transf 220/30 kV	Seccionador de barra II: Contacto fijo - móvil (fase R)	40.1	Inmediata	27.185	45	5	6116.625
2	Cajamarquilla	Transf 220/30 kV	Seccionador de barra II: Contacto fijo - móvil (fase T)	24.2	Inmediata	27.185	45	5	6118.625
3	Cajamarquilla	Transf 220/30 kV	Seccionador de barra I y II: Unión bifilar (fase S)	41.9	Inmediata	27.185	45	5	6118.625
4	Cajamarquilla	Línea 2009	Seccionador de barra II: Mordaza: terminal y contactos (fase R)	21.3	< 15 días	—	—	—	—
5	Huampani	Línea 854	Torre 16: Cuello muerto (fase media e inferior)	36.4	Inmediata	27.185	100	6	16311
6	Cajamarquilla	Línea 2009	Seccionador de barra II: Contactos fijo y móvil (fase R)	30.9	Inmediata	—	—	—	—
7	Cajamarquilla	Línea 2009	Seccionador de barra II: Mordaza (fase T)	33.4	Inmediata	—	—	—	—
8	Cajamarquilla	Línea 2015	Seccionador de barra I: Contactos fijo y móvil (fase R)	47.7	Inmediata	—	—	—	—
9	Cajamarquilla	Línea 2015	Seccionador de barra I: Mordaza de derivación hacia barra I (fase T)	34.8	Inmediata	—	—	—	—
10	Cajamarquilla	Línea 2009	Seccionador de línea: Contacto y mordaza (fase R)	36.7	Inmediata	—	—	—	—
11	Cajamarquilla	Línea 2009	Seccionador de línea: Contacto y mordaza (fase S)	33.9	Inmediata	—	—	—	—
12	Moyopampa	Grupo 1	Excitabiz principal: Carbones	44.0	Inmediata	27.185	22	3	1794.21
13	Moyopampa	Grupo 1	Anillo positivo: Carbones	73.0	Inmediata	27.185	22	3	1794.21
14	Moyopampa	Grupo 2	Anillo positivo: Carbones	41.0	Inmediata	27.185	22	3	1794.21
15	Moyopampa	Grupo 3	Anillo positivo: Carbones	27.0	Inmediata	27.185	23	3	1875.77
16	Moyopampa	Grupo 2	Transformador 60/10 Kv: Terminal de conexión (fase R)	13.3	< 15 días	—	—	—	—
17	Moyopampa	Grupo 2	Transformador 60/10 kv: Conector de derivación a seccionadores de barra I y II	13.9	< 15 días	—	—	—	—
18	Moyopampa	Línea 601	Seccionador de barra I: Terminal de conexión (fase S)	14.2	< 15 días	—	—	—	—
19	Moyopampa	Grupo 3	Interruptor 60 kv: Terminal de conexión (fase S)	22.7	< 15 días	—	—	—	—
20	Moyopampa	Grupo 2	Transformador 60/10 kv: Seccionador de barra II, contacto fijo (fase R)	13.9	< 15 días	—	—	—	—

TABLA N° 7.5

EDEGEL S.A.A - RESUMEN REPORTES PUNTOS CALIENTES:2003

Nº	Instalación	Unidad	Ubicación del Pto Caliente	Calentamiento (pto caliente) °C	Tipo de Intervención	Cmg Promedio (US\$/MWh)	Potencia sin Despachar (MW)	Horas Indisponib.	Pérdida económica (US\$)
1	Huampani	Grupo 1	Seccionador de barra: Bornes del seccionador (fases R,S, T) - sistema blanco	53.4	Inmediata	39.092	15	4	2345.52
2	Huampani	Grupo 2	Seccionador de barra: Bornes del seccionador (fase S)- sistema blanco	46.8	Inmediata	39.092	15	4	2345.52
3	Cañahuana	Línea 611	Seccionador de barra: Borne superior (fase T)	12.8	< 15 días	—	—	—	—
4	Huampani	Transf 1	Seccionador de barra: Bornes del seccionador 10 kv (fase T)	14.1	< 15 días	—	—	—	—
5	Matucana	Grupo 1	Interruptor 12.5 kv: Contacto seccionador (fase R)	23.1	< 15 días	—	—	—	—
6	Cañahuana	Línea 716	Seccionador de barra: Borne seccionador (fase R)	103.6	Inmediata	39.092	200	5	39092
7	Matucana	Grupo 1	Seccionador lado trafo: Bornes superior e inferior (fases R y T)	14.9	< 15 días	—	—	—	—
8	Matucana	Transf 160 MVA	Transformador Fase S: Borne neutro del transformador	18.0	< 15 días	—	—	—	—
9	Moyopampa	Línea 606	Seccionador de barra: Contacto fijo y móvil lado barra	46.4	Inmediata	—	—	—	—

TABLA N° 7.6

EDEGEL S.A.A - RESUMEN REPORTES PUNTOS CALIENTES:2004

Nº	Instalación	Unidad	Ubicación del Pto Caliente	Calentamiento (pto caliente) °C	Tipo de Intervención	Cmg Promedio (US\$/MWh)	Potencia sin Despachar (MW)	Horas Indisponib.	Pérdida económica (US\$)
1	Cañahuana	Grupo 1	Transformador 60/6 kv: Barra colectoras superiores	13.4	< 15 días	—	—	—	—
2	Cañahuana	Grupo 3	Transformador 60/6 kv: Barra parte baja del trafo	17.4	< 15 días	—	—	—	—
3	Huínco	Grupo 3	Transformador 220/12.5 kv: Fase 3W, borne de pasamuro	13.6	< 15 días	—	—	—	—
4	Cañahuana	Grupo 3	Transformador 60/6 kv: Botella terminal cable de potencia N° 05 (fases S y T)	23.8	< 15 días	—	—	—	—
5	Huampani	Grupo 2	Seccionador de barra: Contacto fijo, sistema Blanco (fase S)	21.1	< 15 días	—	—	—	—
6	Moyopampa	Línea 6011	Seccionador de barra: Contacto fijo y móvil (fase R)	58.0	Inmediata	—	—	—	—
7	Huampani	Línea 6544	Seccionador de línea: Borne de contacto (fase T)	19.6	< 15 días	—	—	—	—
8	Huínco	Grupo 4	Alternador: Borne fase S	12.1	< 15 días	—	—	—	—
9	Huínco	Grupo 4	Celdas 12.5 kv: Borne fase S	10.7	< 15 días	—	—	—	—
10	Cañahuana	Línea 2716	Seccionador de barra: Borne lado interruptor (fase T)	29.8	Inmediata	68.644	200	5	68644
11	Huínco	Grupo 1	Seccionador de barra: Borne fase T en 220 kv	22.7	< 15 días	—	—	—	—
12	Matucana	Grupo 1	Seccionador 12.5/220 kv: Bornes superior e inferior (fase T)	32.4	Inmediata	68.644	120	8	65898.24
13	Matucana	Grupo 1	Seccionador 12.5/220 kv: Bornes superior e inferior (fase T)	10.5	< 15 días	—	—	—	—

CONCLUSIONES

1. En los años 1999 y 2000 se detectaron puntos calientes en carbones de excitatriz y anillos deslizantes, esto fue motivo para que el sector de Mantenimiento Eléctrico realizara un análisis sobre los tipos de carbones utilizados en los Generadores y asimismo el sector de Operaciones realizó la revisión del régimen de operación de los Generadores, como resultado del análisis decide optar por el cambio de carbones del tipo HM6 (Morgan – Inglaterra) al tipo F260R (Morgan – Inglaterra) para el caso de la Central Callahuanca, HM9 (Morgan – Inglaterra) para el caso de Matucana, mientras que en las Centrales Huinco, Moyopampa, Huampaní mantienen el tipo HM6 y HM9. A la fecha el cambio del tipo de carbón han traído resultados positivos no sólo en relación al calentamiento sino también al desgaste, el promedio de cambio de carbones como parte del mantenimiento se prolongó de 01 semana a 4 - 6 meses en promedio.
2. De los resultados obtenidos se puede apreciar que también se presentaron puntos calientes en contactos de los elementos de maniobra en Sub Estaciones tales como seccionadores en 60 kV y 220 kV, esto obligó al mantenimiento a cambiar de periodicidad actividades tales como limpieza y controles de los elementos de maniobra así como la utilización de nuevos productos para la limpieza de las partes fijas y móviles de los elementos de maniobra. Por tanto se modifica la periodicidad de limpieza y lubricación de elementos de maniobra en 60 kV de mensual a quincenal, mientras que en 220 kV de 8 meses a 6 meses. Pero existen algunos lugares que presentan mucha contaminación tal es el caso de la Sub Estación de Cajamarquilla en 220 kV en donde la periodicidad de atención es cada 03 meses. Cabe destacar se ha cambiado de productos para la limpieza y lubricación de los elementos de

maniobra, anteriormente se utilizaba Aceite Grafitado ahora se utiliza pastas tales como el Alcan de Cobre o Alcan de Aluminio, con resultados satisfactorios.

3. Para el caso de las Líneas de Transmisión en 60 kV y 220 kV son pocos los puntos calientes detectados y se presentaron a la salida de la Línea y en una torre en particular, así tenemos el caso de la Línea 6544 Huampani - Ñaña. La referida Línea y las celdas de salida fue cambiada el año 2003, con ello se eliminó los puntos calientes que aparecieron el año 1999. La periodicidad de inspección por termografía infrarroja en líneas de transmisión en 60 kV es cada 03 años y en Líneas en 220 kV es cada 05 años.
4. La inspección de temperatura por termografía infrarroja realizada en la Central Matucana (120 MW) el año 2004 evito que se produjera una falla de consecuencias lamentables en las unidades Generadoras 1 y 2, la razón se debió al desprendimiento de uno de los contactos móviles del seccionador de 12.5 kV debido a la rotura de un pin pivote, la indisponibilidad de la Central ocasionó un lucro cesante debido a la atención inmediata del punto caliente, con ello se demuestra que la termografía infrarroja ayuda a prevenir fallas. Es importante tener presente que un punto caliente detectado en una instalación puede ocasionar la interrupción del proceso de generación, la pérdida de energía a través de las líneas de transmisión, según sea el momento del despacho de carga y el costo marginal del momento puede ocasionar pérdidas económicas como los mostrados en la TABLA N° 7.1 a la TABLA N° 7.6.
5. Debido a las inspecciones y controles de temperatura por termografía infrarroja se logra en algunos casos cambiar la periodicidad, horas hombre de intervención de una instalación o equipo y esto que plasmado finalmente en el Programa de Mantenimiento Anual.
6. Los controles por Termografía Infrarroja en general pueden complementarse eficientemente con otros ensayos del mantenimiento tal como el análisis de aceites utilizados en los transformadores de las unidades generadoras, el análisis de vibraciones en cojinetes y el análisis predictivo de motores eléctricos. También por supuesto con los ensayos no destructivos clásicos como el ensayo radiográfico, el ultrasonido activo, líquidos penetrantes, partículas magnéticas y corrientes inducidas en el eje del conjunto Generador-Turbina.

En el caso de la empresa EDEGEL aún no se ha realizado actividades complementarias con los ensayos de termografía infrarroja.

7. Resulta importante que el personal que realiza controles por temperatura infrarroja sea entrenada en el uso de la cámara de termografía y capaz de analizar de modo cualitativo y cuantitativo los incrementos de temperatura que se puedan presentar durante una inspección y control. La práctica cotidiana hace que el personal desarrolle más habilidades y tenga más opciones para el análisis de puntos calientes.
8. Los criterios para establecer la criticidad de un punto caliente no es único y varía de Empresa a otra. Los criterios elegidos deben ser acordes con los recursos que dispone para corregir problemas. Se debe elegir una clasificación razonable y distribuida entre los criterios para calificar un punto caliente, por esta razón la empresa EDEGEL ha adoptado sus propios criterios para calificar un punto caliente basado en la cámara de termografía que posee.
9. También en la empresa EDEGEL cuenta con un Procedimiento denominado: "Atención de Quejas y Pedidos de los Clientes" ha incorporado controles de Termografía en los Clientes que así que lo soliciten, tal es el caso de la refinería de Cajamarquilla que en pocas oportunidades solicitaron controles de temperatura en los hornos de inducción utilizados para procesar el Zinc y en las instalaciones eléctricas en el baja, y media tensión.
10. A su vez podemos afirmar que de todas las tecnologías utilizadas en el mantenimiento, la Termografía Infrarroja sería la que está más vinculada a la seguridad de una instalación. Cuando nos referimos a seguridad queremos decir seguridad tanto de las personas como equipamiento electromecánico que la compone. Toda falla electromecánica antes de producirse se manifiesta generando calor (también se puede detectar pérdidas de frío), este calor o elevación de temperatura puede ser una elevación súbita, pero, por lo general dependiendo del objeto (equipo) la temperatura comienza a manifestarse lentamente, es ahí donde la termografía se transforma en una herramienta irremplazable. El objetivo es poder detectar a priori fallas que pueden producir una parada de planta y/o un siniestro. Esto se traduce o significa reducir costos ocultos por lucro cesante, reducir las pólizas de seguro de la planta en sí y los seguros del personal en el área de accidentes del trabajo. Los otros costos que se reducen sensiblemente son los del sector de

mantenimiento propiamente dicho permitiendo que el Mantenimiento pueda organizar mejor sus tareas pensando a futuro y tratando de disminuir al mínimo posible las reparaciones diarias, las cuales son siempre muy costosas. También reduce los costos por disminución de stock de repuestos y por mejor control de los proveedores a los cuales pueden reclamar en caso que la disipación de calor no este conforme a las normas o a sus expectativas.

11. Cada planta e instalación tiene su historia de como fue concebida inicialmente y como se fueron sucediendo sus ampliaciones. La calidad de la ingeniería y el montaje inicial son fundamentales para los resultados futuros. La implementación de la termografía en el área de mantenimiento y operaciones tiene un beneficio también indirecto sobre el área de producción y de calidad: menos paradas no programadas lo cual significa mayor productividad y también uniformidad en el producto (tensión y frecuencia). Actualmente EDEGEL está enmarcada en un sistema de Gestión Integrado: de Calidad (ISO 9001), Medio Ambiente (ISO 14001) y de Seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS 18001), por lo tanto el cumplimiento con la normativa legal es más exigente a nivel Nacional logrando así ubicarse como una Empresa líder en el campo de la Generación de Energía Eléctrica.

ANEXO A

INSTRUCCIONES PARA LA EJECUCIÓN DE TERMOGRAFÍA EN CENTRALES Y SUBESTACIONES

1. OBJETIVO

Establecer la metodología para efectuar las inspecciones de Termografía.

2. ALCANCE

A las instalaciones eléctricas de EDEGEL S.A.A en Centrales de Generación y Subestaciones empleando el equipo de Termografía AGEMA INFRARED SYSTEMS AB Modelo 550.

3. DEFINICIONES

PERMISO DE TRABAJO

Documento impreso con una copia, emitido por el Operador de Turno y los Responsables de los grupos de trabajo en el que se detalla los bloqueos y maniobras que se ejecutarán para autorizar al Responsable del trabajo la ejecución de su intervención en un equipo o instalación. Además, el detalle de los riesgos e impactos ambientales, con las medidas de control, equipos, elementos de seguridad y documentos a utilizar.

EMISIVIDAD

Propiedad de los cuerpos, indica la facilidad de emitir radiación infrarroja a una determinada temperatura.

HUMEDAD RELATIVA

Es un índice que representa el porcentaje de saturación de vapor de agua en el ambiente a una determinada temperatura.

4. REFERENCIAS

- 4.1. AGEMA INFRARED SYSTEMS – TRAINING. Thermographic Inspection of Electrical Installations. 1985
- 4.2. AGEMA INFRARED SYSTEMS. AGEMA. Thermovision 550. Operator Training Course.
- 4.3. AGEMA INFRARED SYSTEMS. Thermovision 550. Manual de Operación – 1996.
- 4.4. AGEMA INFRARED SYSTEMS. Irwin OLE 1.01. Operating Manual.

5. RESPONSABILIDAD

La supervisión y ejecución de los trabajos estará a cargo de Mantenimiento Equipos Eléctricos.

6. PERSONAL, MATERIALES E INSTRUMENTOS

6.1. PERSONAL

01 Ingeniero o Técnico, con entrenamiento en mediciones infrarrojas y con conocimientos básicos de fotografía.

01 Asistente técnico.

El tiempo estimado para realizar el trabajo de Termografía tiene en cuenta los siguientes criterios:

- Instalación a ser inspeccionada.
- Cantidad total de puntos por inspeccionar en la instalación.
- Tiempo estimado de la inspección por punto.
- Tiempo estimado por punto caliente.

El tiempo estimado de duración de los trabajos por Central de Generación y Subestaciones se muestran en el Anexo 01.

6.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Maleta AGEMA Thermovision 550 conteniendo: (Anexo 02)

01 Cámara AGEMA Thermovision 550.

01 Lente de acercamiento 10°.

Disco PCMCIA del equipo Thermovision.

01 Fuente para alimentar directamente la cámara Thermovisión (sustituye a las baterías en caso que estas se encuentren descargadas).

- 01 Extensión con tomacorrientes
- Cámara fotográfica digital
- 01 higrómetro.

-

6.3. MATERIALES Y REPUESTOS

No aplicable.

7. CONDICIONES TECNICAS, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Antes de una intervención de mantenimiento, se deberá indicar en un Permiso de Trabajo, los bloqueos, riesgos, medidas de control, impactos ambientales, equipos de protección personal y documentación asociada al trabajo a realizar, conjuntamente con el Operador de Turno.

Verificar las condiciones de Seguridad del personal (implementos y equipos)

Cumplir con los procedimientos e instrucciones de Control Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional vigentes al momento de realizar los trabajos.

Los Controles Ambientales, de Seguridad y Salud Ocupacional, y los documentos a utilizar se detallan en el F.GE.OA.010: Permiso de Trabajo..

8. CONTENIDO

8.1. DESCRIPCIÓN

8.1.1 Coordinar en la semana anterior a la inspección con Planificación y Control a fin de garantizar que los circuitos cuenten con no menos del 50% de la carga nominal.

8.1.2 Verificar las coordinaciones efectuadas con Planeamiento y control el mismo día a realizar la inspección, con el propósito de confirmar la hora y carga prevista para el circuito a inspeccionar.

8.1.3 Verificar por lo menos con un día de anticipación las condiciones de operación del equipo de Termografía y la cámara fotográfica digital considerando los siguientes aspectos:

- Estado de las baterías (deben encontrarse cargadas) y sus accesorios.
- Encender el equipo y confirmar su operación normal.
- Ser muy cuidadoso al manipular el equipo y Usar en todo momento las correas de seguridad para el hombro y cuello, con el propósito de evitar posibles caídas del equipo.
- En lo posible antes de cada sesión deberá verificarse que la tarjeta PCMCIA del equipo de Termografía tenga espacio libre en la memoria magnética

8.1.4 Reunir la siguiente información:

- Esquemas eléctricos trifilares de la instalación eléctrica a inspeccionar, con detalle de empalmes, uniones, conexiones, terminales, equipos y sus componentes.
- Tabla de valores de emisividad por tipo de material.

Realizar las coordinaciones con el Operador de Turno de la Central de Generación y verificar la carga en el circuito a inspeccionar.

Determinación de parámetros para el Control de Termografía

8.1.5 Es muy importante determinar los parámetros del objeto a controlar:

- Para compensar la radiación infrarroja de otra fuente y la reflejada por el objeto se emplea la emisividad.
- Para compensar la radiación infrarroja generada en el ambiente se emplea la humedad relativa, temperatura ambiente y la distancia al objeto.

Inspección Termográfica de la instalación.

8.1.6 Realizar la inspección de cada circuito, sus equipos y componentes, empalmes, uniones, bornes, con la finalidad de realizar el control de temperatura a toda la instalación.

- Se recomienda realizar la toma de imágenes con el equipo de Termografía a oscuras o en penumbra para evitar reflexiones.
- Ingresar como datos exactos a la Cámara de Termografía los siguientes parámetros: humedad relativa, temperatura ambiente, emisividad y la distancia al objeto.
- Verificar las variaciones de temperatura en puntos similares en las tres fases del circuito y compararlas entre sí, con el fin de determinar posibles puntos con sobrecalentamiento.

Detección de Puntos Calientes.

8.1.7 De encontrarse variaciones considerables de temperatura y reflejadas como puntos brillantes en la Cámara de Termografía, se debe realizar los siguientes pasos:

- Enfocar al punto caliente desde diferentes ubicaciones para evitar las reflexiones de cuerpos calientes adyacentes y reflexiones solares.
- Verificar si existe desbalance de cargas en el circuito inspeccionado.
- Se sugiere incluir en una misma vista el (los) punto(s) de referencia y el (los) punto(s) con sobrecalentamiento del objeto a controlar. Por ejemplo, si un borne de la fase R presenta sobrecalentamiento, la vista a ser tomada deberá incluir los bornes de las fases S y T.
- Adicionar una vista del punto o puntos con sobrecalentamiento y los puntos de referencia empleando la cámara fotográfica digital, para lo cual se debe tener en cuenta los niveles de iluminación, evitar las tomas contra el sol, contra el cielo en días nublados y hacer uso de una fuente de luz en ambientes con niveles bajos de iluminación.

8.1.8 Firmar el permiso de trabajo e informar al Operador la culminación de la labor.

Aviso de Puntos Calientes.

8.1.9 Si durante el control de termografía se encontraran puntos calientes, los datos se deberán alcanzar en los siguientes formatos:

- “Aviso de puntos calientes” para dejar información escrita al Operador de Turno de la central , formato F. ME. HH. 13.1.
- “Reporte control de Termografía” para enviar los datos por e- mail al Supervisor de Mantenimiento Eléctrico, con copia al Supervisor de Operación.

9. ACCIONES PARA EL CONTROL DE NO CONFORMIDADES Y EMERGENCIAS

En los casos de incumplimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo comunicar al Supervisor responsable.

En caso de Emergencia proceder según lo establecido en los planes de contingencia

10. REGISTROS/ANEXOS

- 10.1 F.ME.HH.013.1 Aviso de puntos calientes.
- 10.2 F.ME.HH.013.2 Reporte de control de termografía
- 10.3 Anexo N° 01: Tiempo estimado del control de termografía
- 10.4 Anexo N° 02: Equipo de Termografía

Fecha de aprobación 25/03/2004	Visto por: Organización Normativa Guillermo Lozada	Aprobado por: Sub Gerencia Mant. Antonio Manzanal
-----------------------------------	---	--

Anexo N° 01

Tiempo estimado del control de termografía

Instalación	Puntos Físicos	Tiempo Estimado de la Inspección		Tiempo Estimado por Punto Caliente (min.)	Tiempo Total
		Por punto (min.)	Total (hr.)		
C.H. Huinco	728	0,33	4,0	7	4hr + 7min/punto caliente
C.H. Matucana	345	0,33	2,0	7	2hr + 7min/punto caliente
C.H. Callahuanca	786	0,33	4,5	7	4,5hr + 7min/punto caliente
C.H. Moyopampa	984	0,33	5,5	7	5,5hr + 7min/punto caliente
C.H. Huampaní	613	0,33	3,5	7	3,5hr + 7min/punto caliente
S.R. Cajamarquilla	122	0,33	1,0	7	1hr + 7min/punto caliente

Fecha de aprobación 25/03/2004	Visto por: Organización Normativa Guillermo Lozada	Aprobado por: Sub Gerencia Mant. Antonio Manzanal
-----------------------------------	---	--

Anexo N° 02

EQUIPO DE TERMOGRAFÍA

AGEMA INFRARED SYSTEMS AB Modelo 550



Fecha de aprobación 25/03/04	Visto por: Organización Normativa Guillermo Lozada	Aprobado por: Sub Gerencia Mant. Antonio Manzanal
---------------------------------	---	--

1. OBJETIVO

Establecer las instrucciones para realizar el control de temperatura en carbones de anillos y colectores de los generadores.

2. ALCANCE

A los generadores de instalados en las centrales Huinco, Matucana, Callahuanca, Moyopampa, Huampaní.

3. DEFINICIONES

PERMISO DE TRABAJO.- Documento impreso con una copia, emitido por el Operador de Turno y los Responsables de los grupos de trabajo en el que se detalla los bloqueos y maniobras que se ejecutarán para autorizar al Responsable del trabajo la ejecución de su intervención en un equipo o instalación. Además, el detalle de los riesgos e impactos ambientales, con las medidas de control, equipos, elementos de seguridad y documentos a utilizar.

4. REFERENCIAS

No aplicable.

5. RESPONSABILIDAD

La supervisión y ejecución de los trabajos estará a cargo de Mantenimiento Equipos Eléctricos.

6. PERSONAL, MATERIALES E INSTRUMENTOS

6.1. PERSONAL

01 Técnico.

6.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

1 Pistola láser para medición de temperatura.

7. CONDICIONES TECNICAS, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Antes de una intervención de mantenimiento, se deberá indicar en un Permiso de Trabajo, los bloqueos, riesgos, medidas de control, impactos ambientales, equipos de protección personal y documentación asociada al trabajo a realizar, conjuntamente con el Operador

- 7.1. No utilizar objetos metálicos durante los controles de temperatura.
- 7.2. La pistola de control de temperatura no deberá acercarse a menos de 30 centímetros de los carbones. Se deberá tener en cuenta que los controles se llevarán a cabo con la máquina girando.
- 7.3. Firmar Permiso de Trabajo.
- 7.4. Verificar las condiciones de seguridad del personal (Implementos y Equipos

Cumplir con los procedimientos e instrucciones de Control Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional vigentes al momento de realizar los trabajos.

Los Controles Ambientales, de Seguridad y Salud Ocupacional, y los documentos a utilizar se detallan en el F.GE.OA.010: Permiso de Trabajo.

8. CONTENIDO

8.1 DESCRIPCIÓN

- 8.1.1. Con la pistola de rayos láser se toma la temperatura a distancia de cada uno de los carbones, en el colector y/o anillo del generador.
- 8.1.2. Los puntos a controlar la temperatura son los tornillos de ajuste de terminales de los conductores de cobre y sobre el mismo carbón.
- 8.1.3. Anotar cada valor en el protocolo (Anexo 1)
- 8.1.4. Firmar el Permiso de Trabajo e informar al Operador el término de la labor.

9. ACCIONES PARA EL CONTROL DE NO CONFORMIDADES Y EMERGENCIAS

En los casos de incumplimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo comunicar al Supervisor responsable.

En caso de Emergencia proceder según lo establecido en los planes de contingencia.

10. REGISTROS/ANEXOS

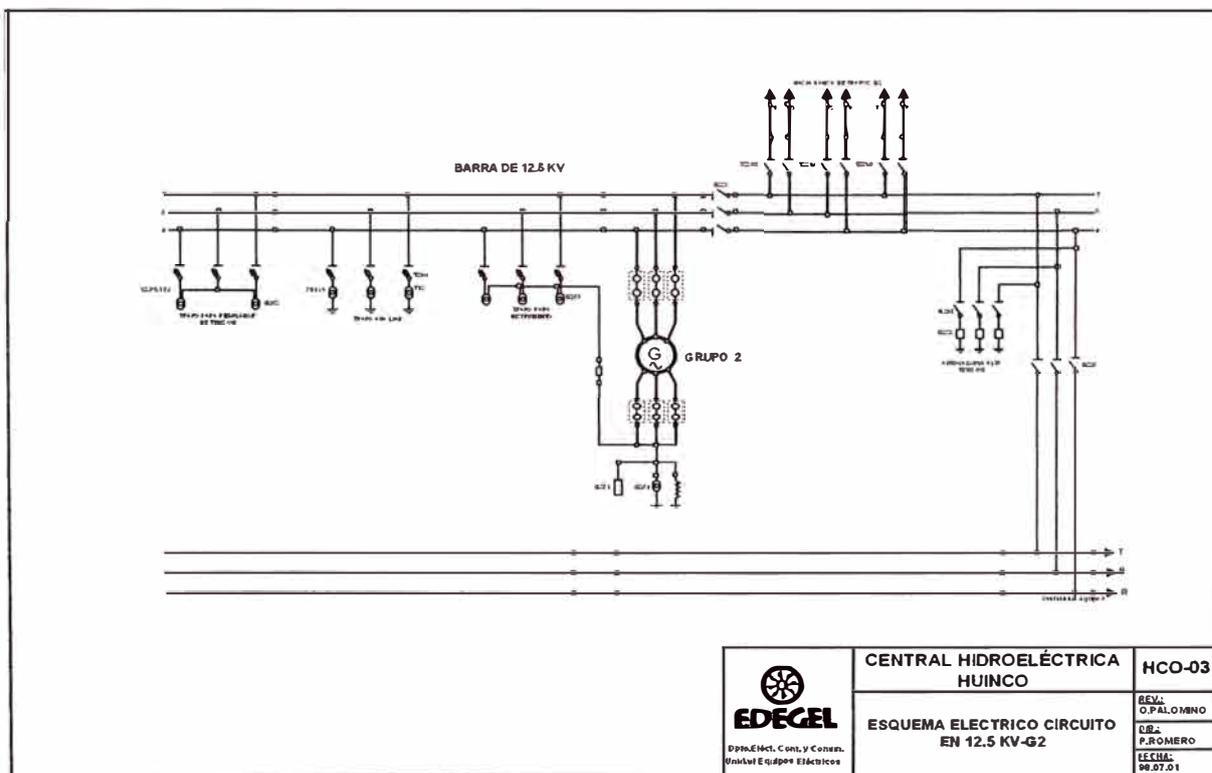
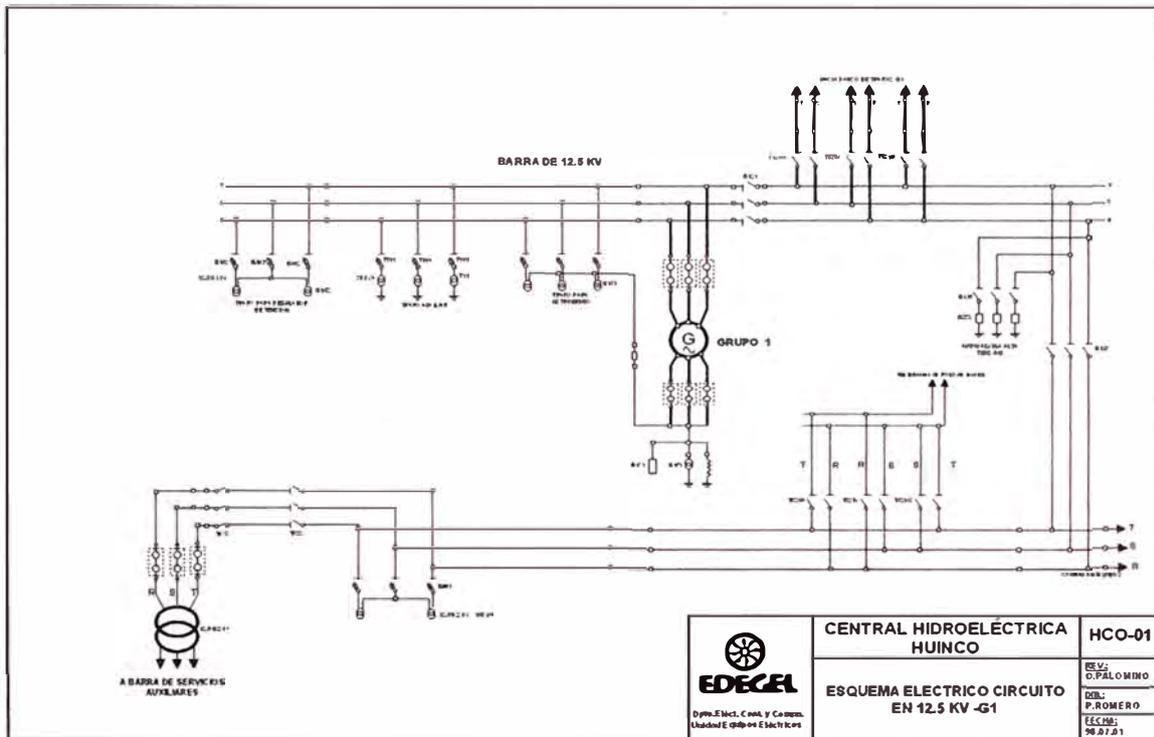
- 10.1 **F.ME.HH.014** Reporte Control de Termografía.

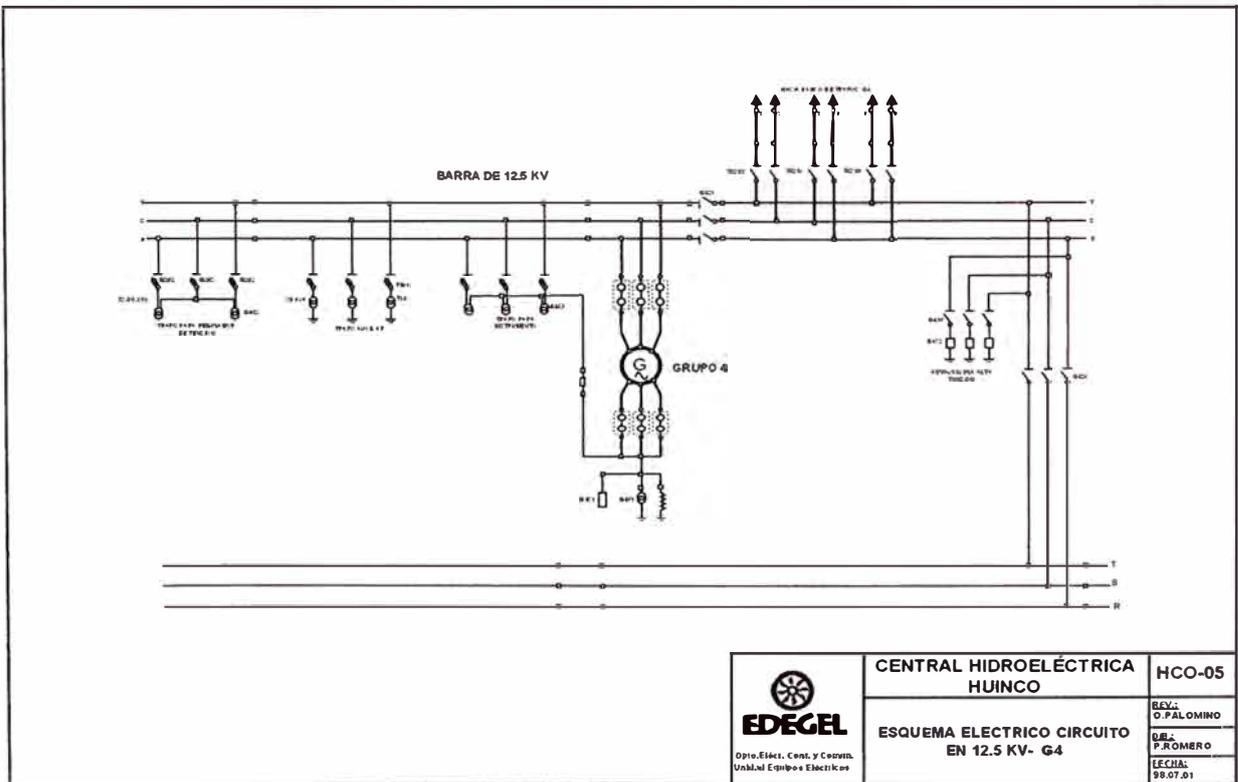
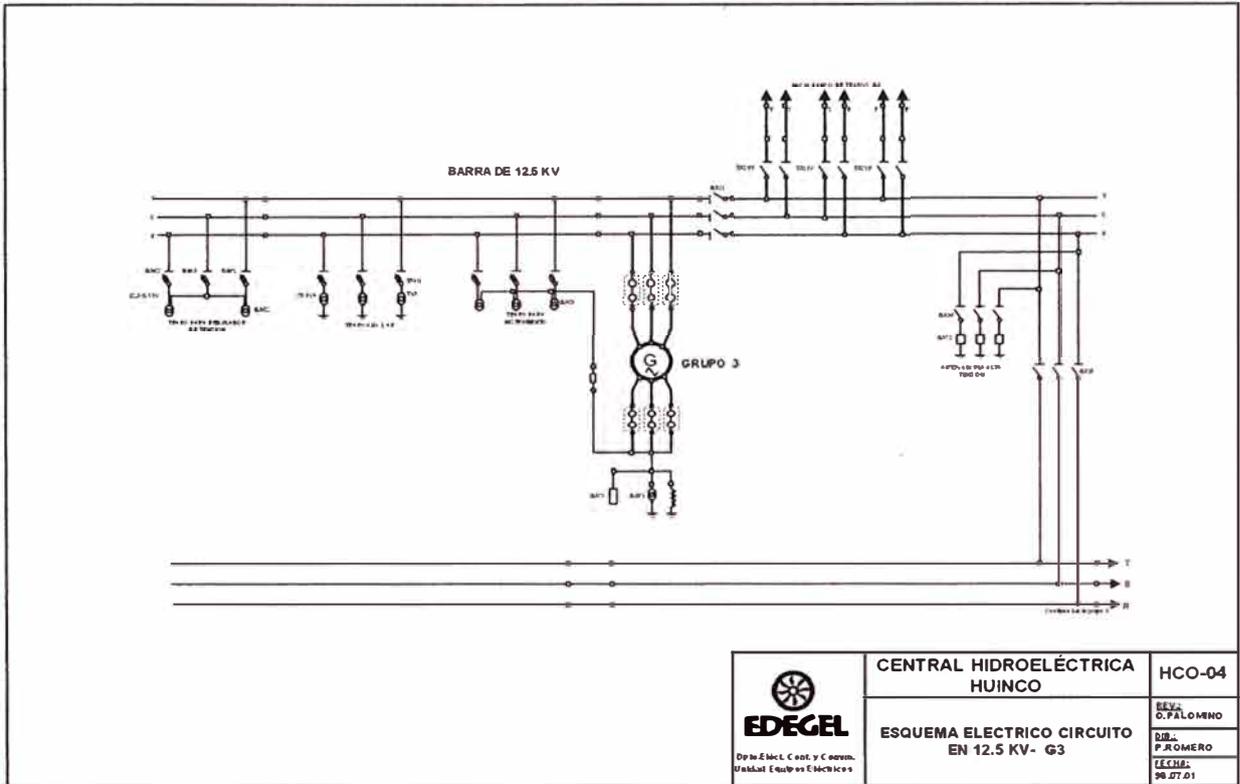
Fecha de aprobación 25/03/2004	Visto por: Organización Normativa Guillermo Lozada	Aprobado por: Sub Gerencia Mant. Antonio Manzanal
-----------------------------------	---	--

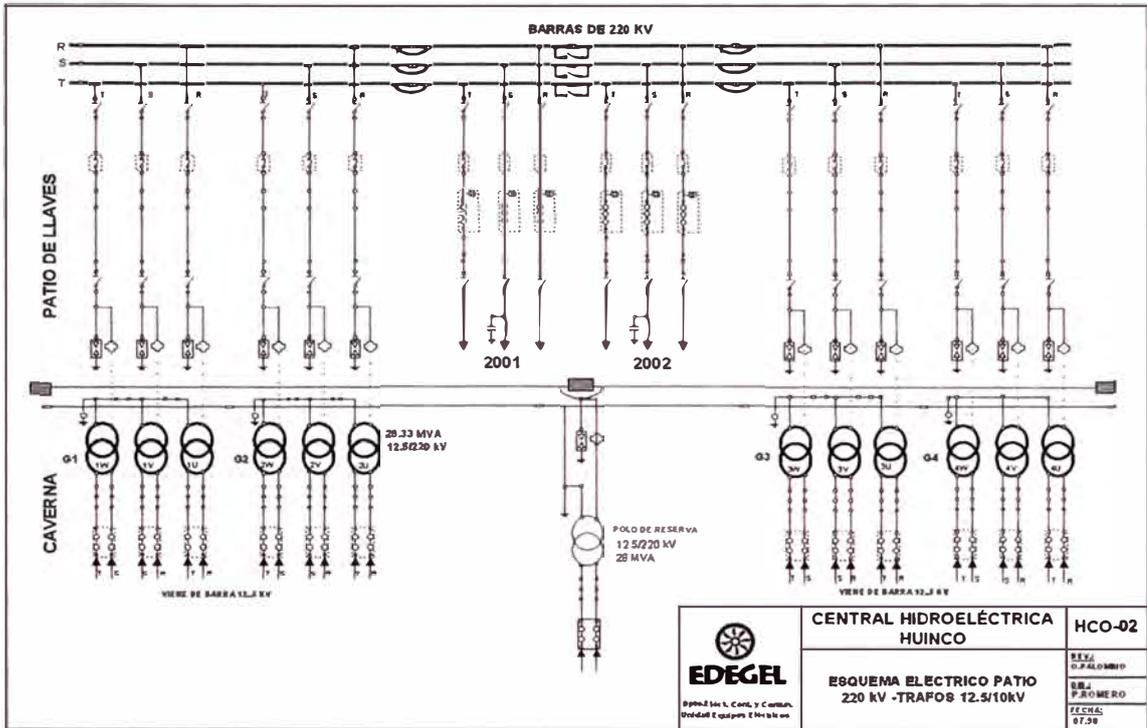
ANEXO B

DIAGRAMAS UNIFILARES DE LAS INSTALACIONES DE EDEGEL

DIAGRAMAS UNIFILARES – CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUINCO

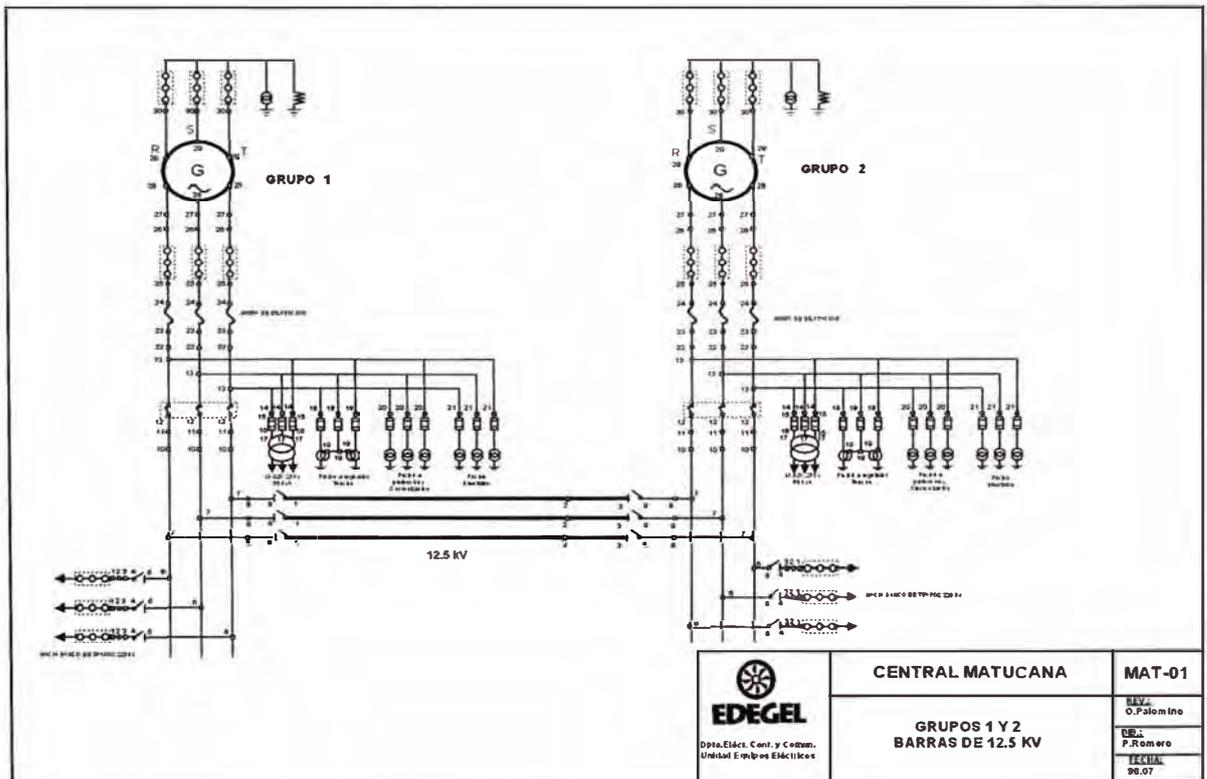
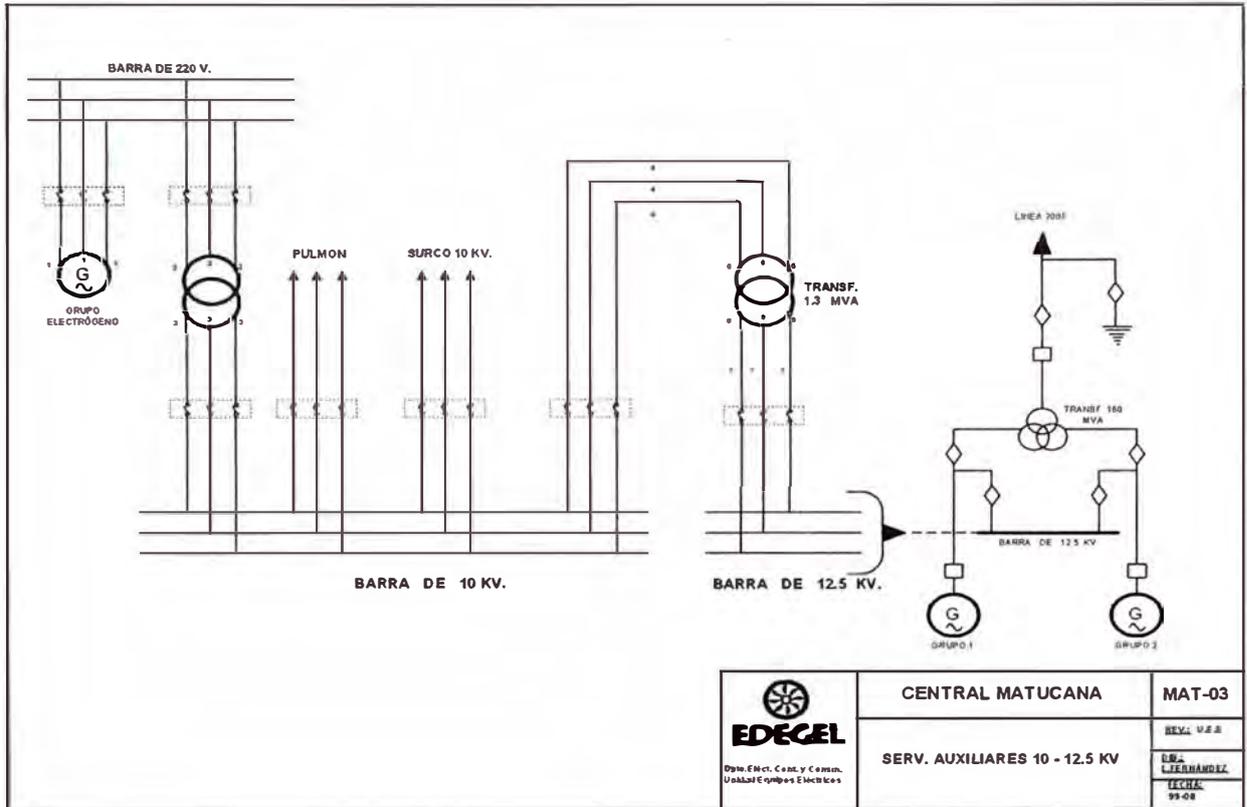




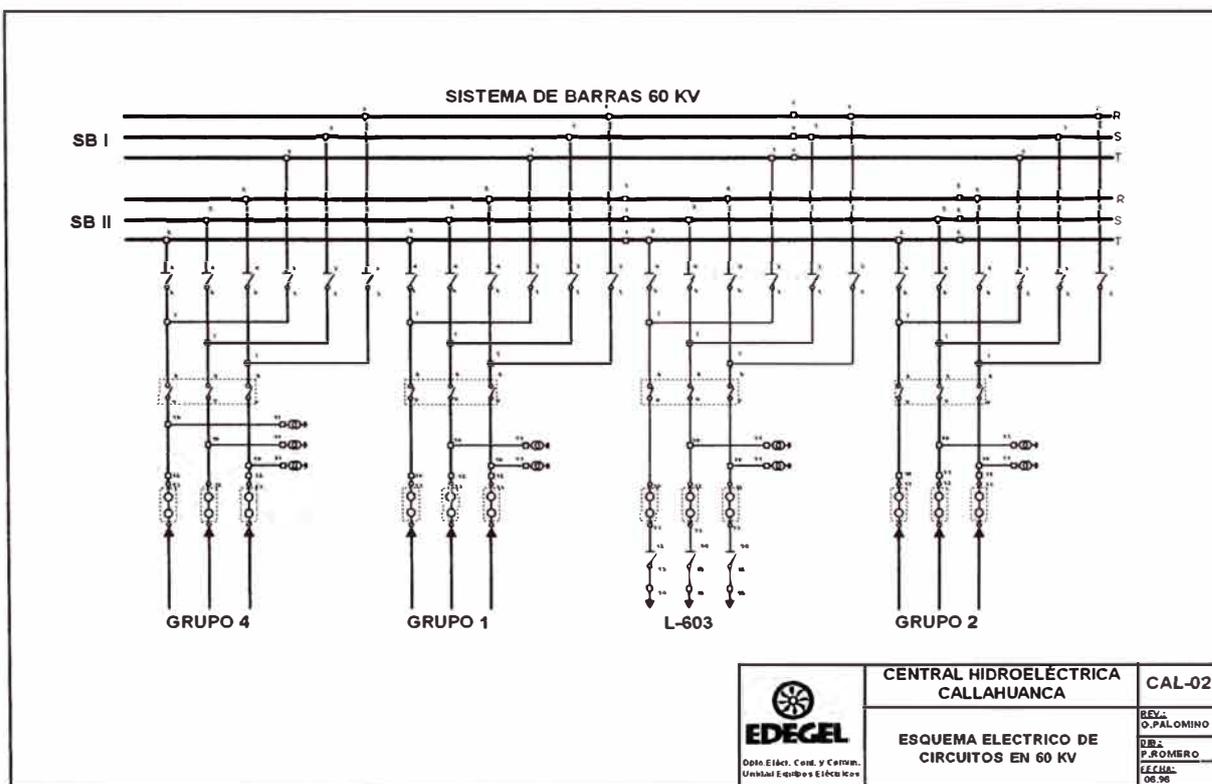
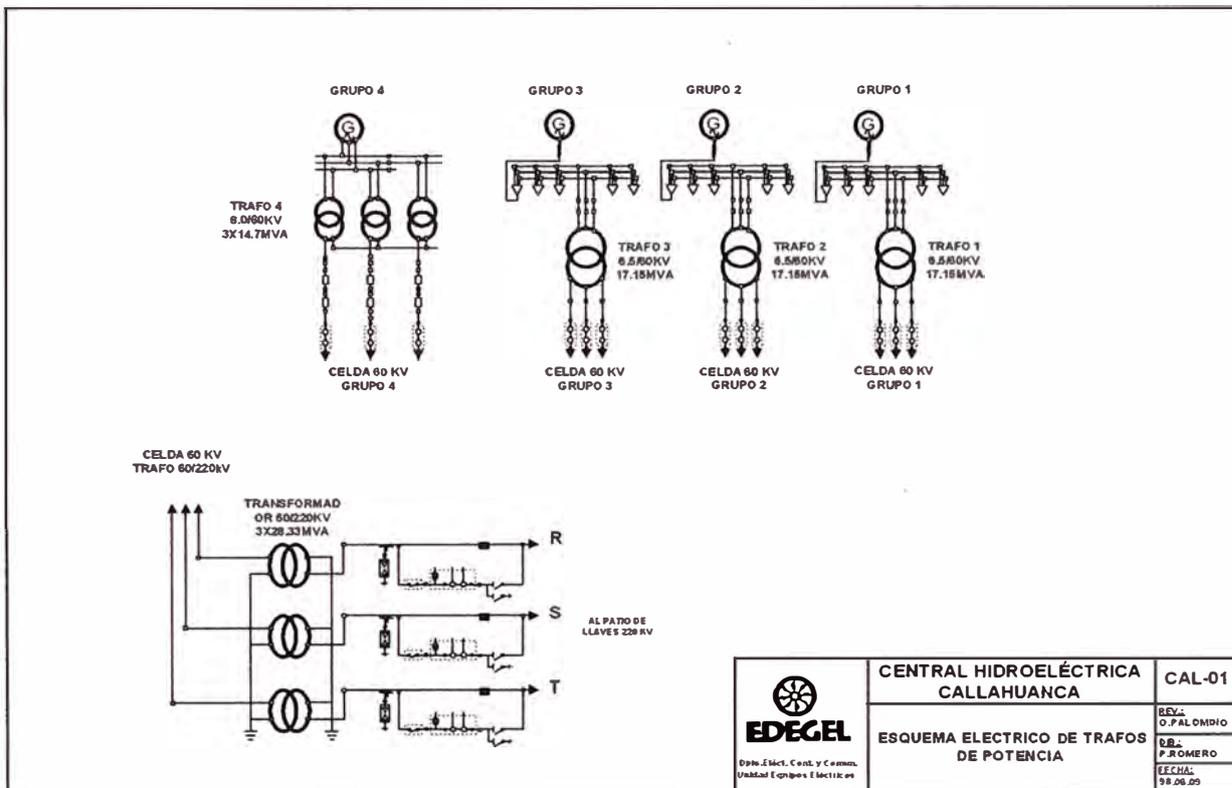


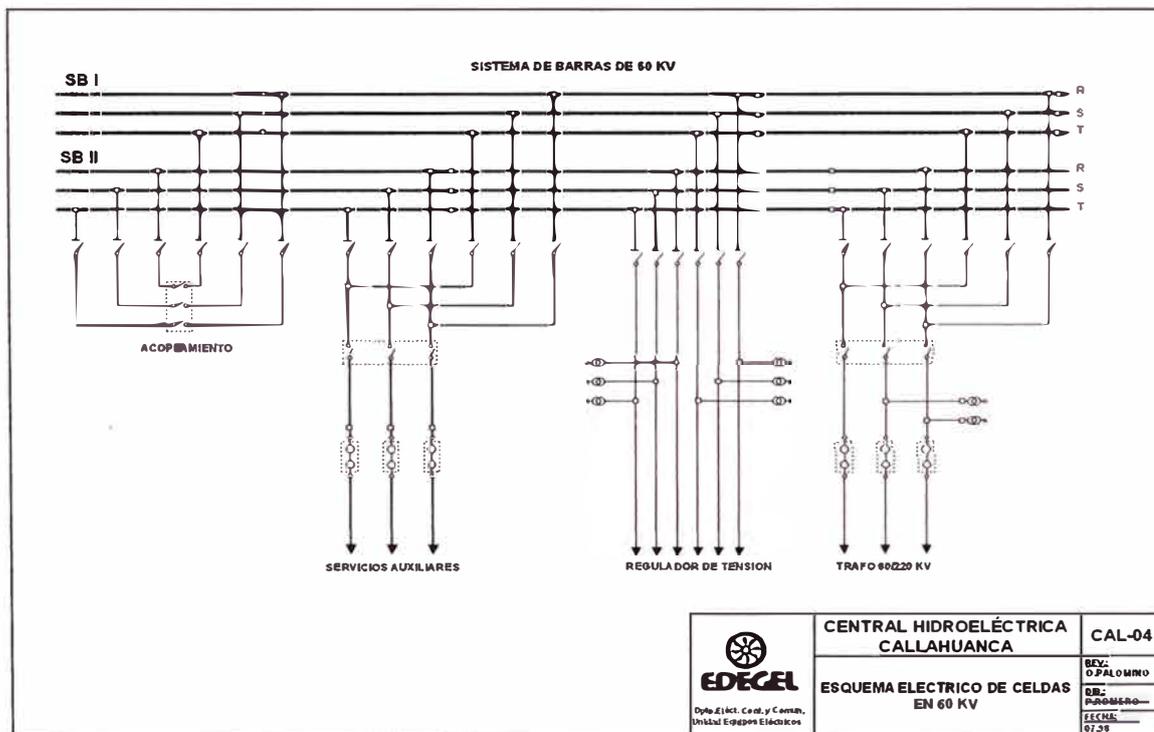
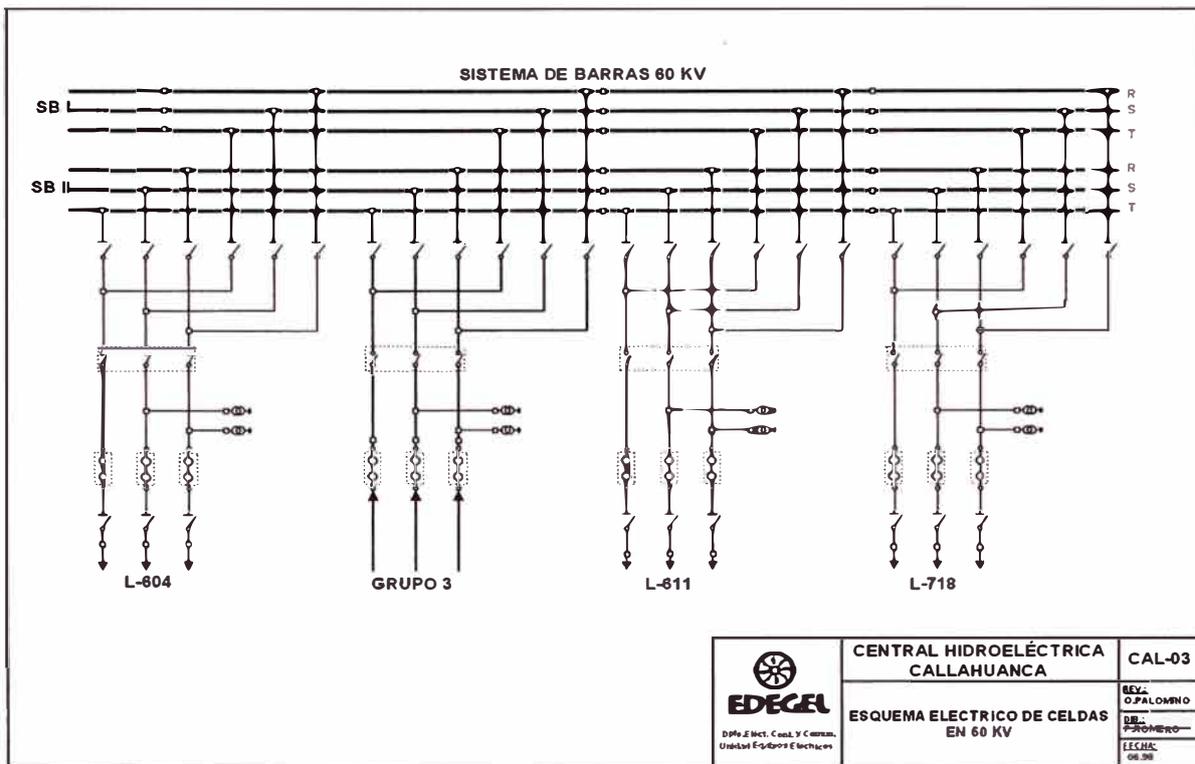
 <p>EDEGEL Ingeniería, Construcción y Mantenimiento de Equipos Eléctricos</p>	<p>CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUINCO</p>	<p>HCO-02</p>
	<p>ESQUEMA ELECTRICO PATIO 220 KV -TRAFOS 12.5/10KV</p>	<p>REV. 01 F. ALONSO REV. 02 F. ROMERO FECHA: 07.58</p>

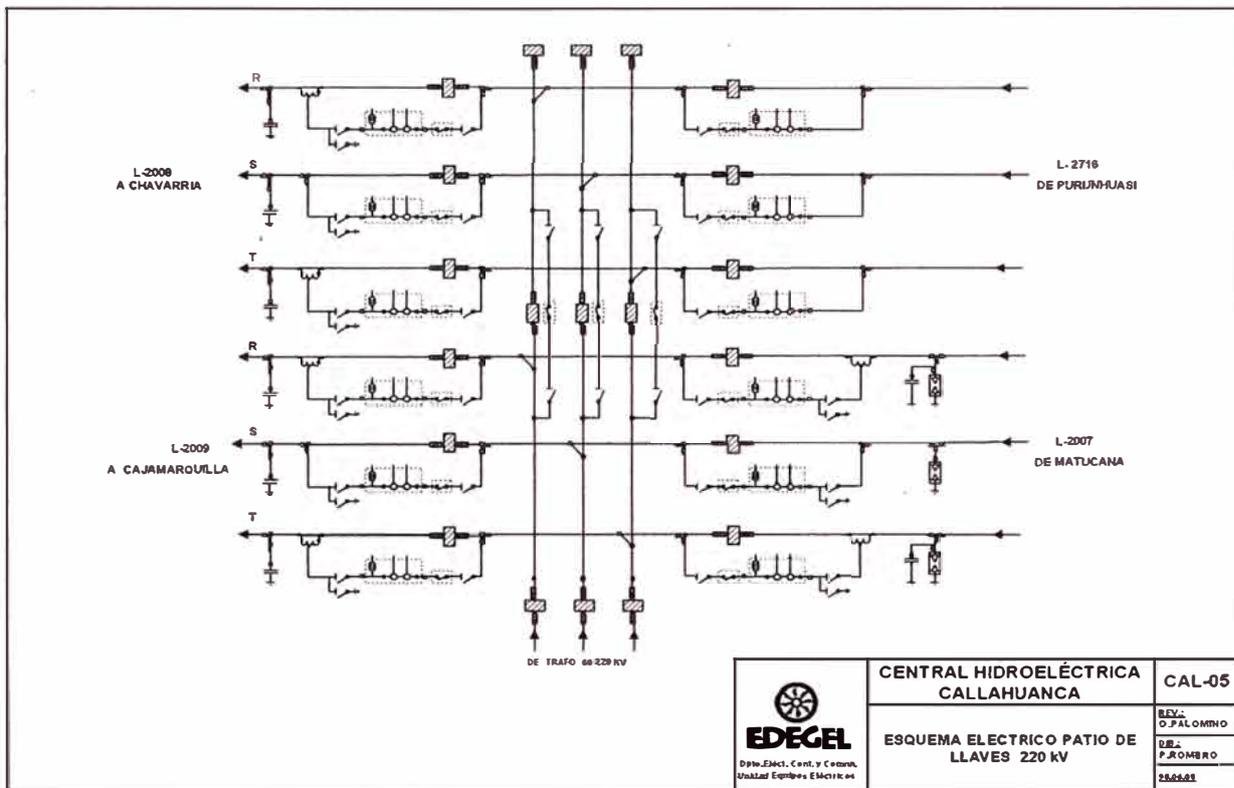
DIAGRAMAS UNIFILARES – CENTRAL HIDROELÉCTRICA MATUCANA



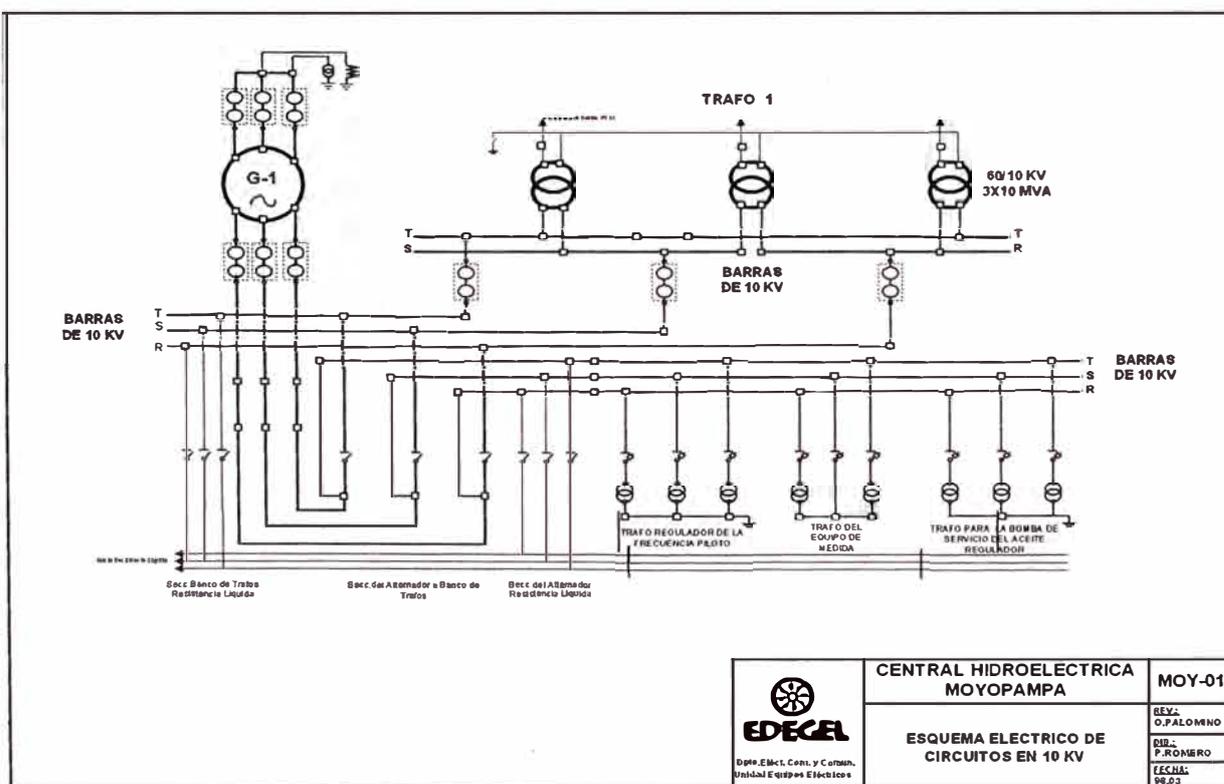
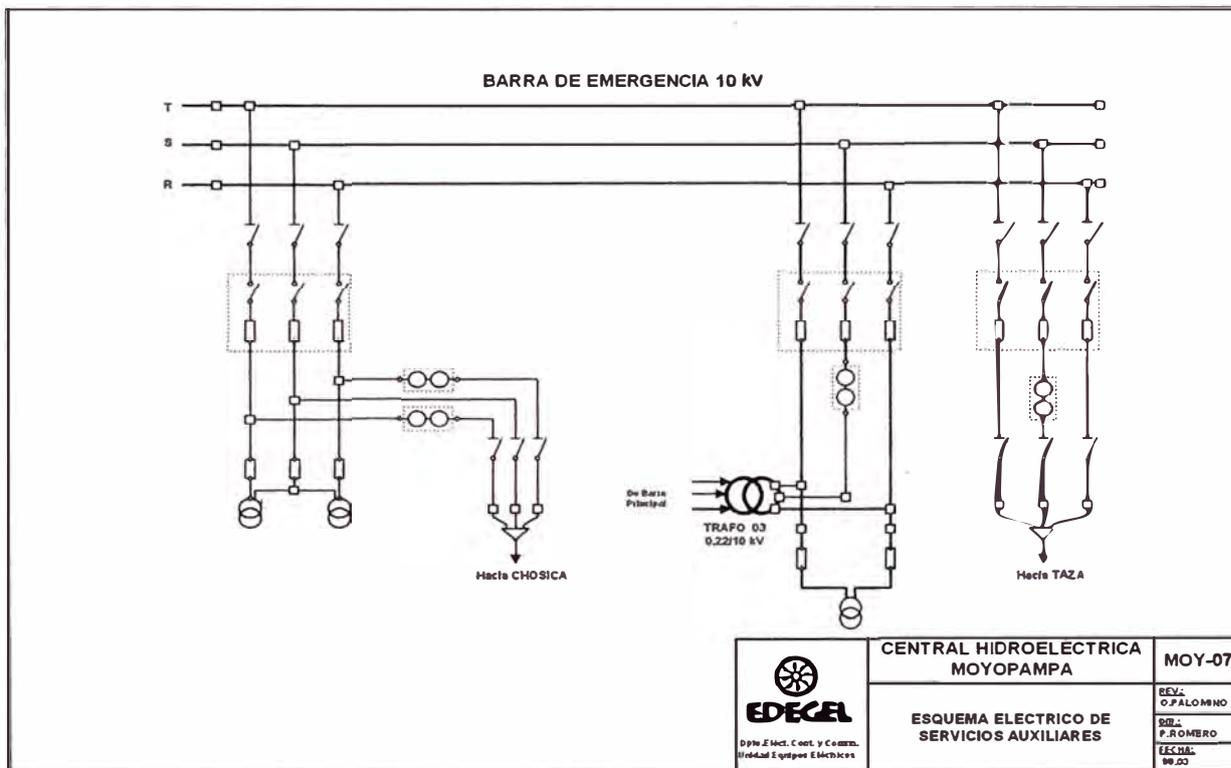
DIAGRAMAS UNIFILARES – CENTRAL HIDROELÉCTRICA CALLAHUANCA

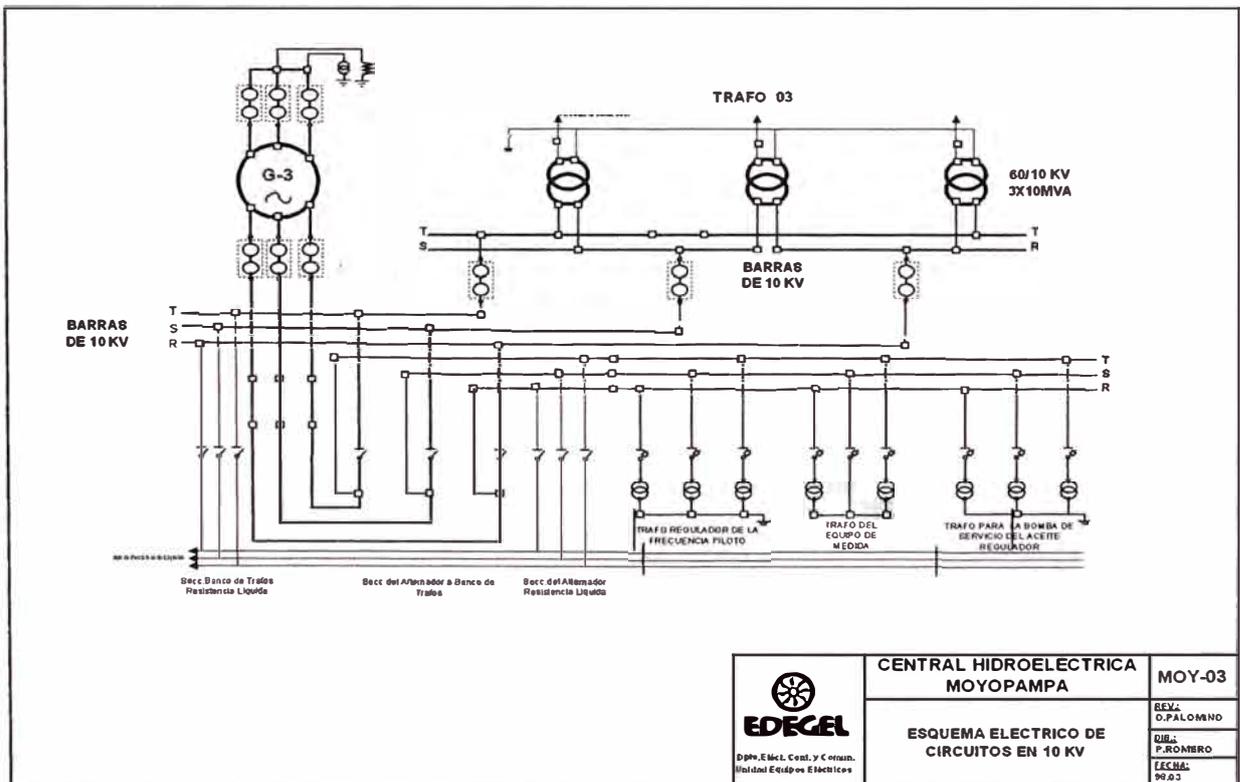
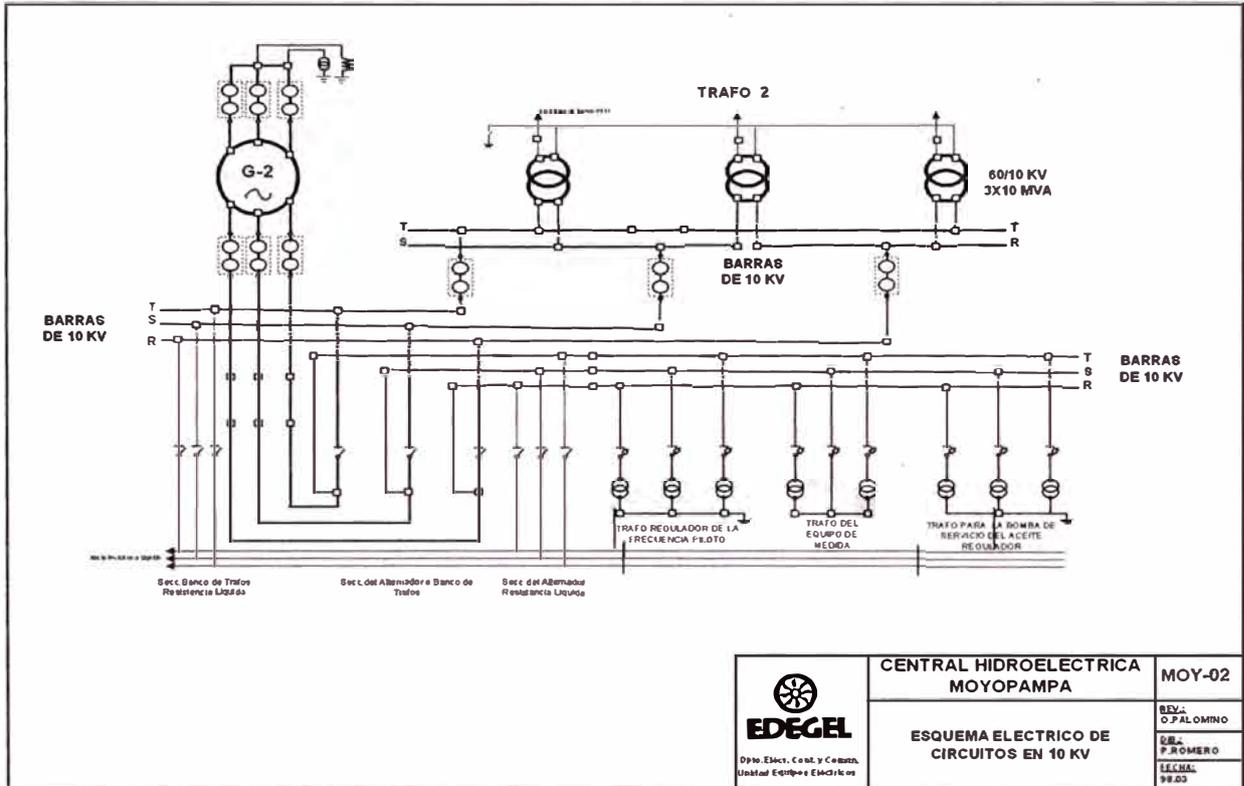


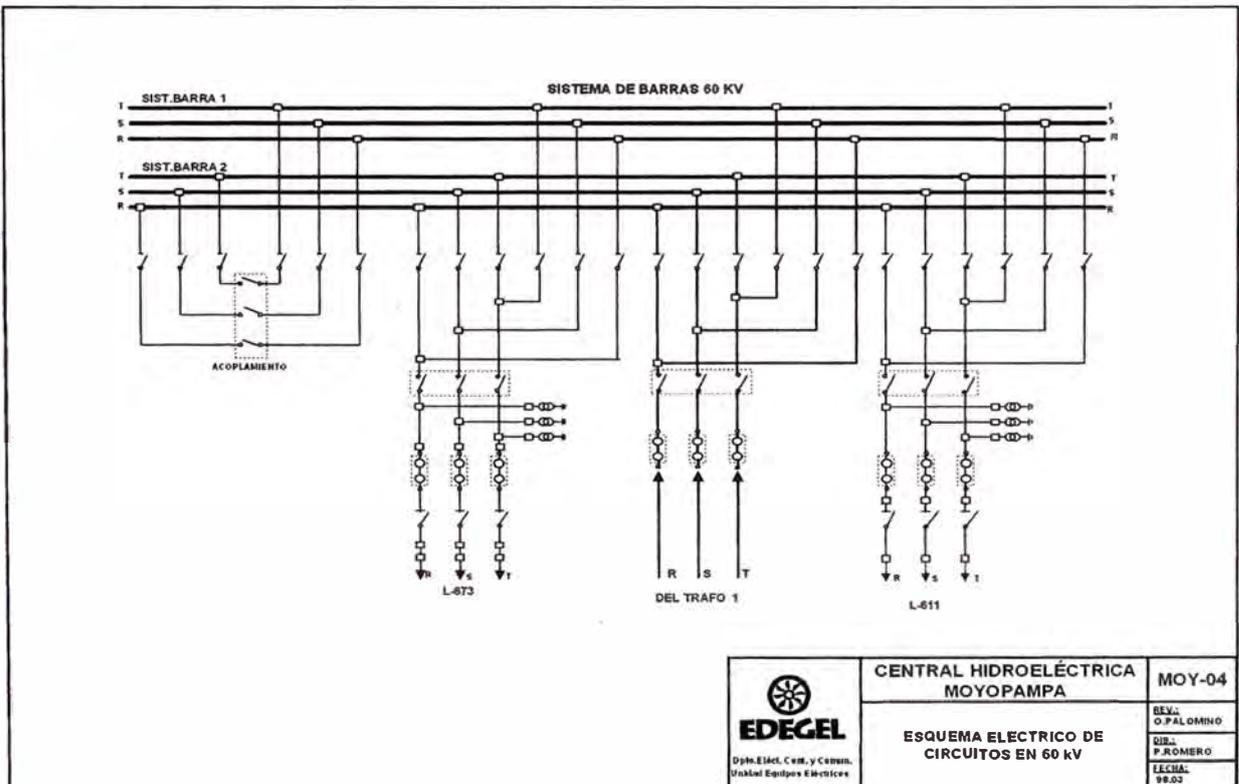
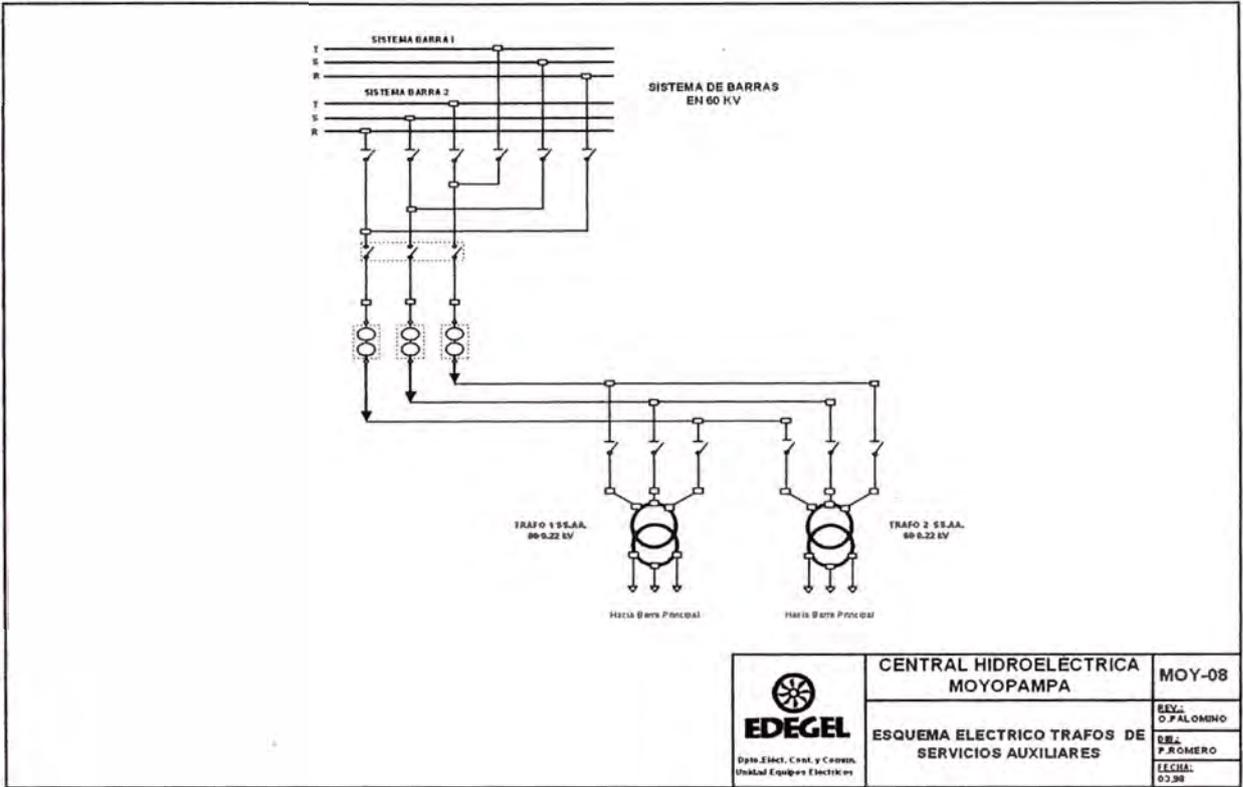


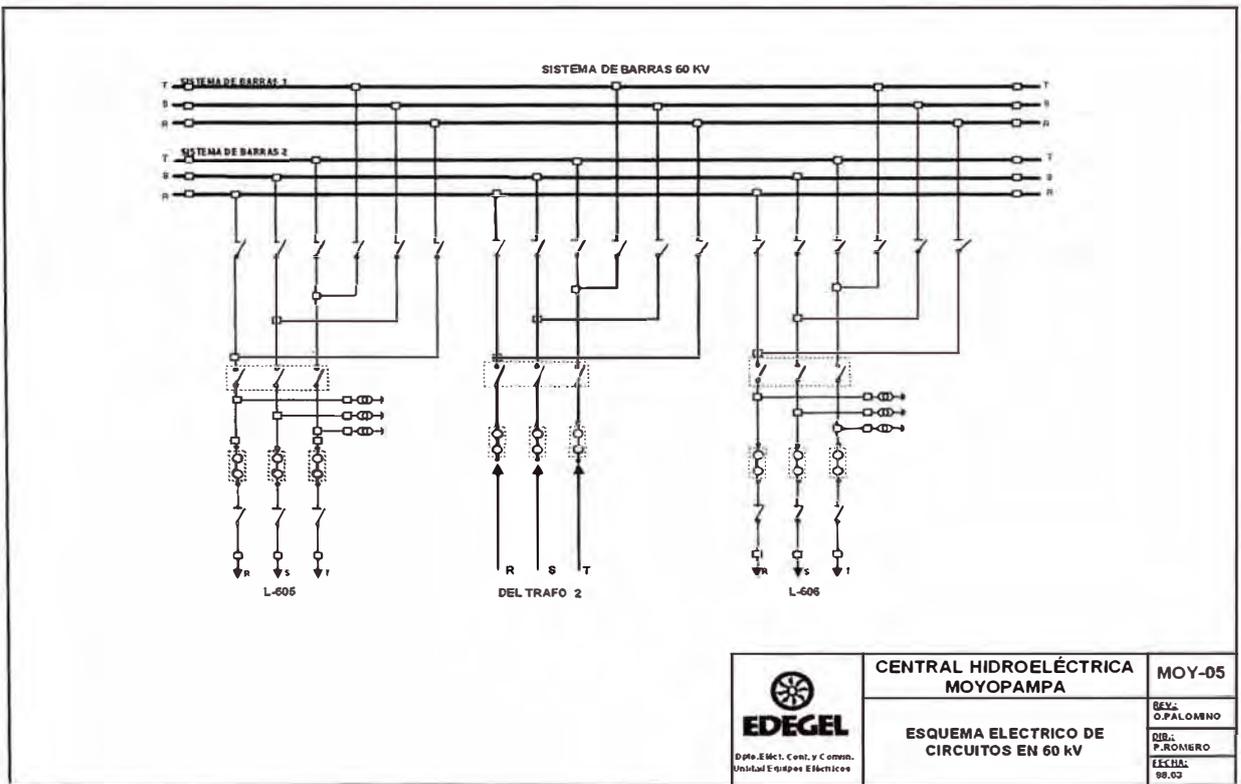
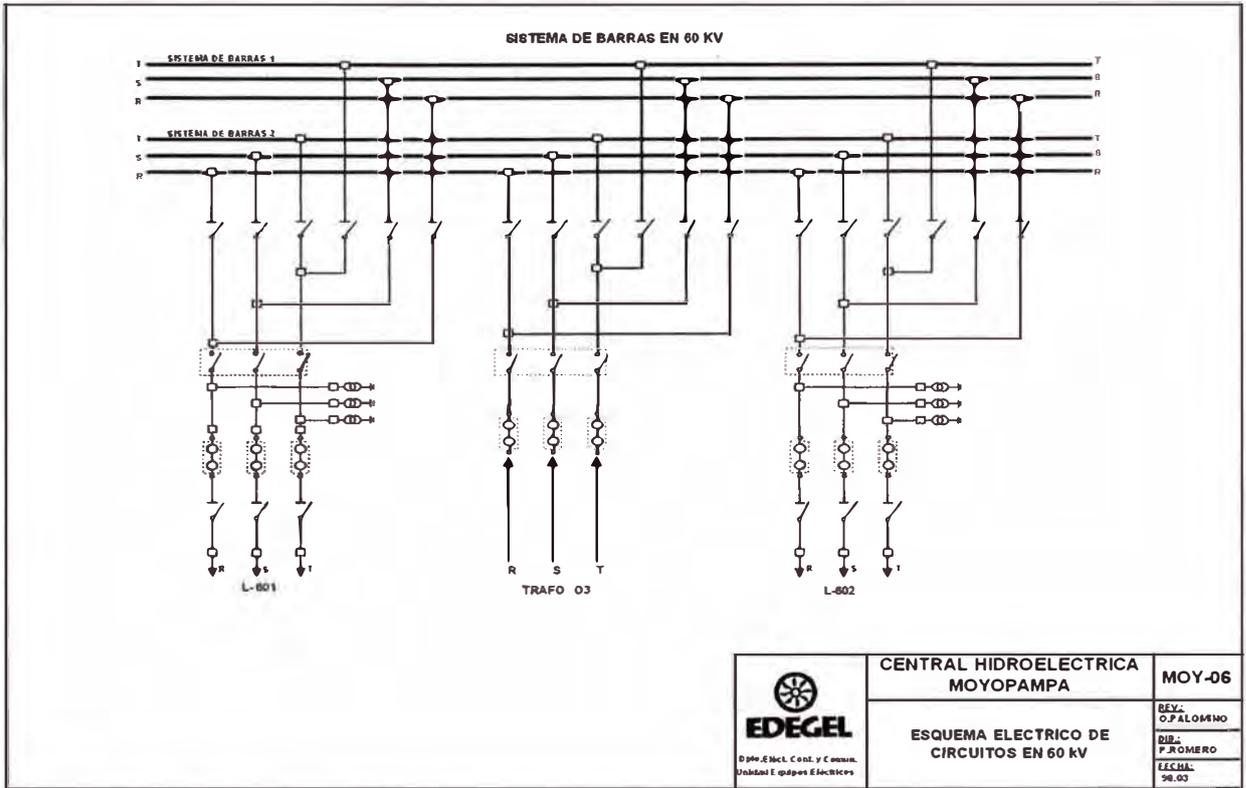


DIAGRAMAS UNIFILARES – CENTRAL HIDROELÉCTRICA MOYOPAMPA

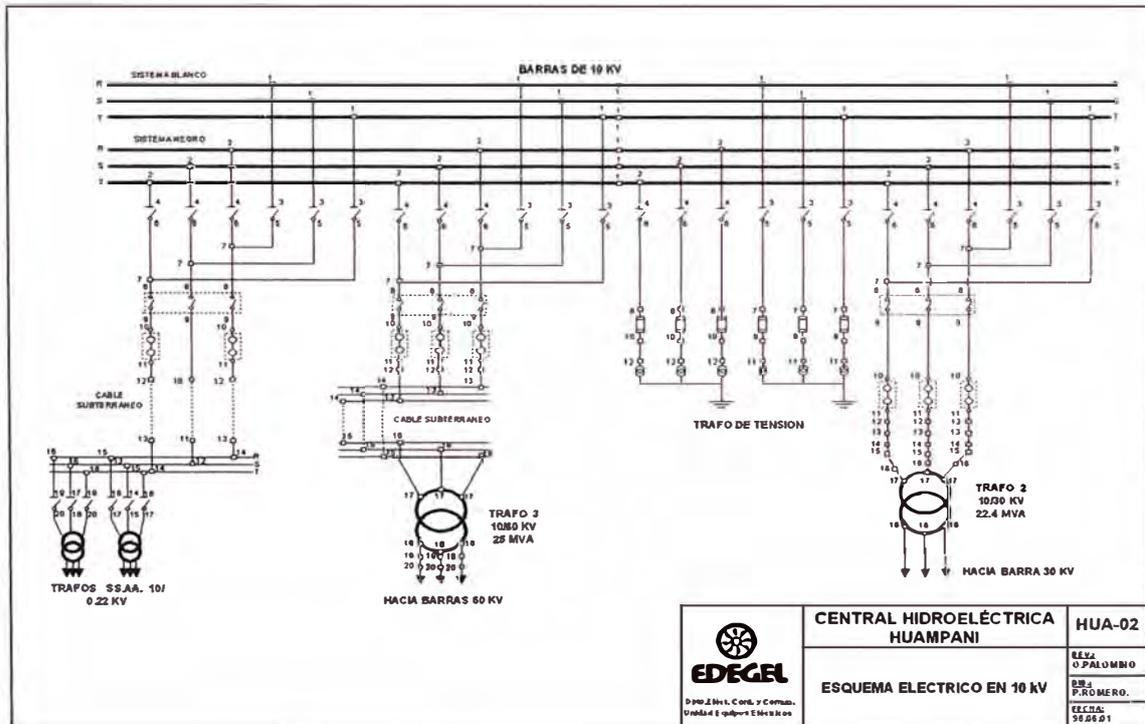
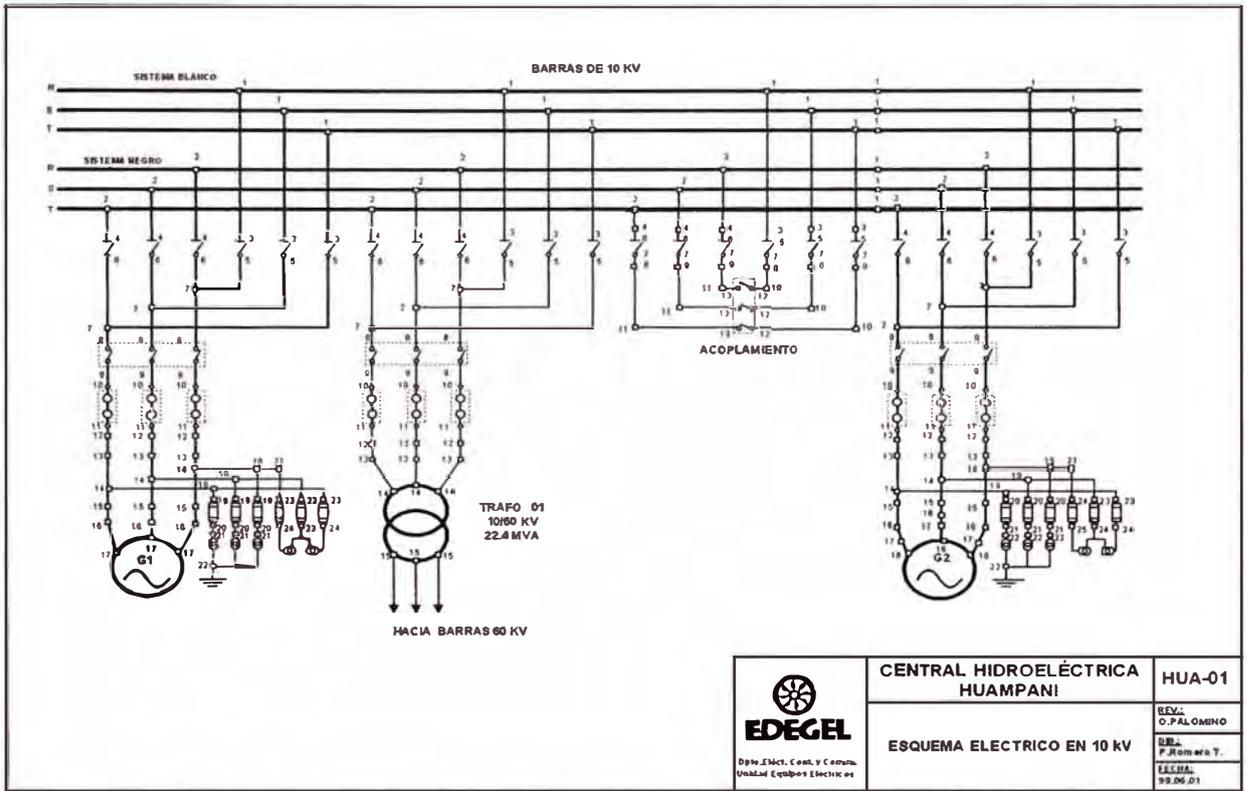


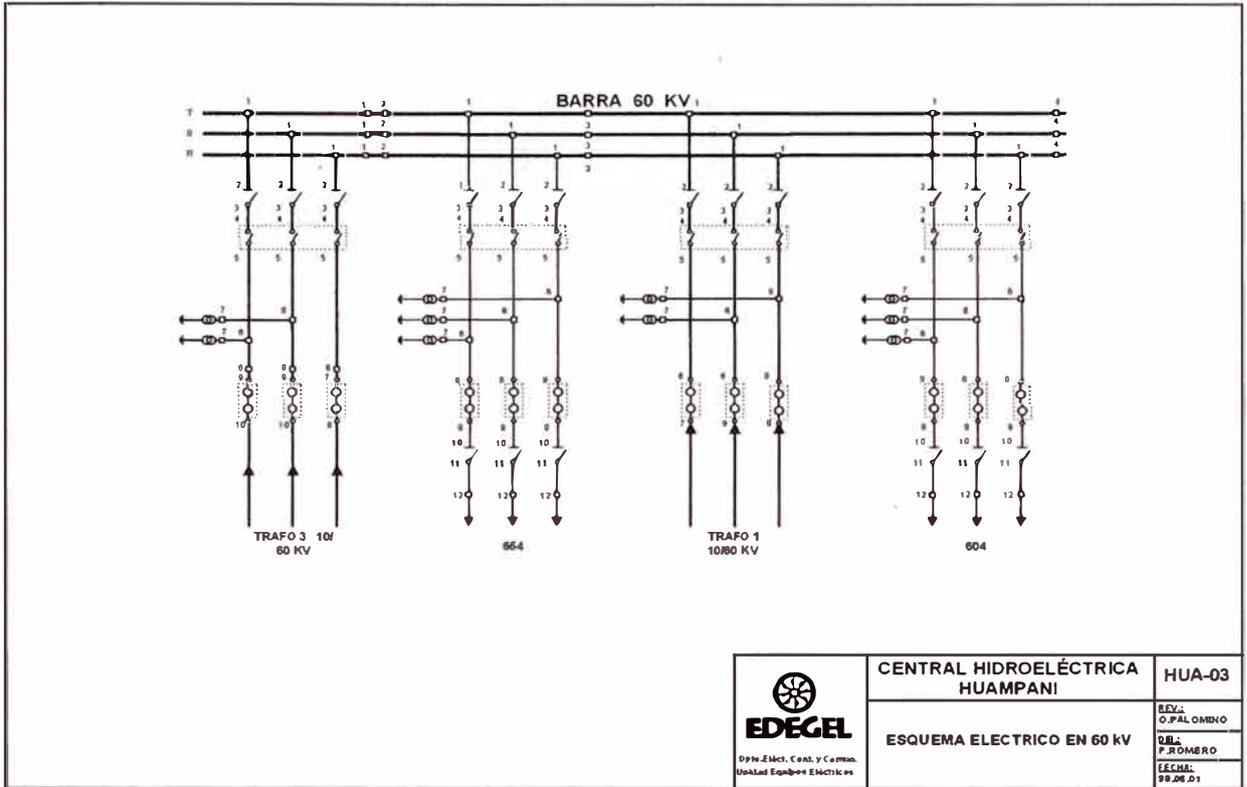






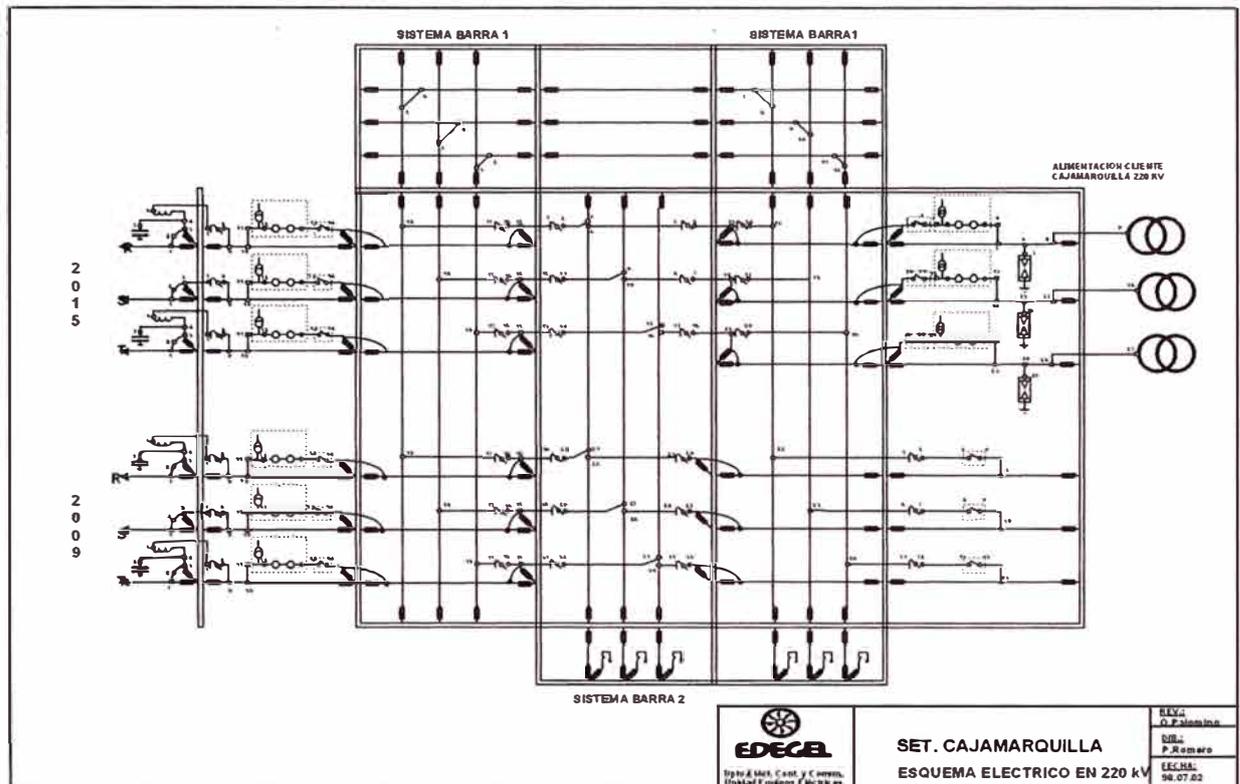
DIAGRAMAS UNIFILARES – CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUAMPANI





 <p>EDEL <small>Opin. Eléct. Cent. y Carmon. Instal. Equipos Elécticos</small></p>	<p>CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUAMPANI</p>	<p>HUA-03</p>
	<p>ESQUEMA ELECTRICO EN 60 KV</p>	<p><small>REVISOR:</small> O. PALOMINO</p>
		<p><small>REVISOR:</small> P. ROMERO</p> <p><small>FECHA:</small> 29.06.03</p>

DIAGRAMAS UNIFILARES – CAJAMARQUILLA



ANEXO C

**PROTOCOLOS DE LOS CONTROLES DE TERMOGRAFÍA EJECUTADOS POR EL
SECTOR DE MANTENIMIENTO EN EL PERÍODO: 1999 AL 2004**

PROTOCOLOS DE LOS CONTROLES DE TERMOGRAFÍA - 1999

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 001/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	SECCIONADOR DE LÍNEA - 2007			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 05.03.99	Hora del Control 9:00 a.m	Fecha del reporte 08.03.99	Central Callahuanca Patio de Llaves 220 kV.

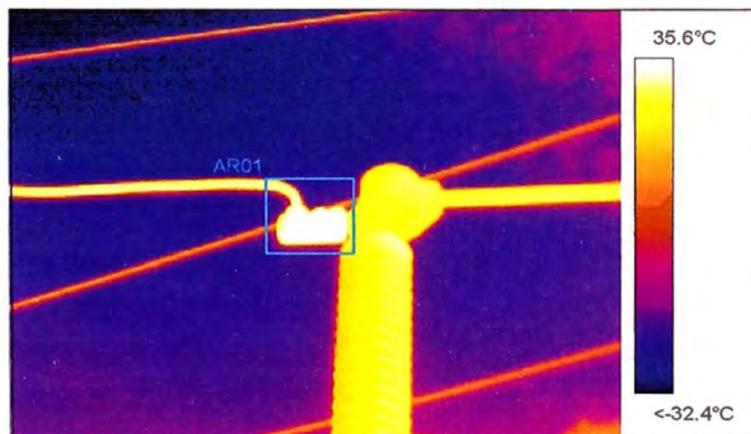
Datos de Ubicación	
Equipo	Seccionador de Línea - 245 kV.
Componente	Platinas de contacto fase T, lado reductores combinados.
Ubicación P.C	Celda de Llegada - Patio de Llaves 220 kV.

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
1000	340	9:00 a.m	34

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	4	0.85	54

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
30	37.2	7.2	15.75

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Contacto fase T	37.2	

Comentarios
Reparación programada en el período < 15 días y control permanente en función de la carga

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 002/99
	REDUCTORES COMBINADOS			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	Fecha de Inspección	Hora del Control	Fecha del reporte	Central Callahuanca Patio de Llaves 220 kV.
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	05.03.99	9:00 a.m	08.03.99	

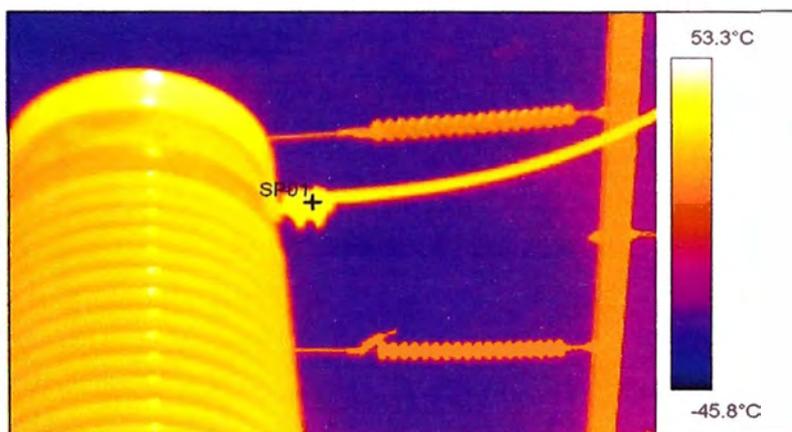
Datos de Ubicación	
Equipo	Reductores combinados - Línea 2009
Componente	Borne de contacto fase R, lado interruptor.
Ubicación P.C	Celda de salida - Patio de Llaves 220 kV.

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
1000	460	9:00 a.m	46

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	8	0.85	54

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
37	43.4	6.4	5.41

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Borne de contacto fase R	43.4	

Comentarios
Realizar un control periódico del elemento.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 003/99
	SECCIONADOR DE BARRA - LÍNEA 2008			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	Fecha de inspección	Hora del Control	Fecha del reporte	Central Callahuanca Patio de Llaves 220 kV.
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	05.03.99	9:00 a.m	08.03.99	

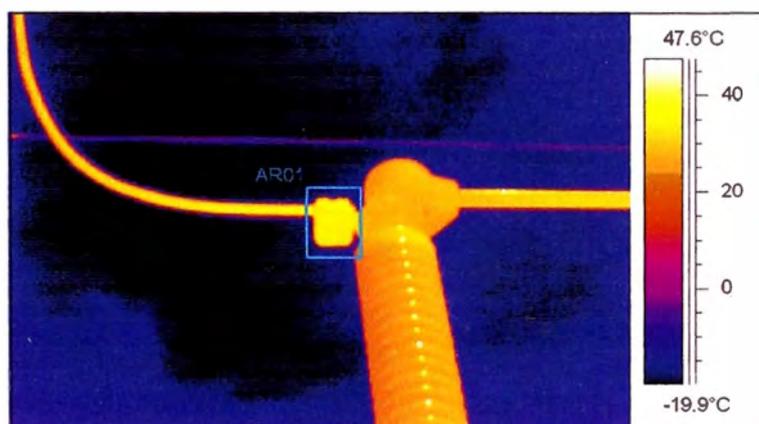
Datos de Ubicación	
Equipo	Seccionador de Barra - 245 kV.
Componente	Platinas de contacto fase S, lado interruptor
Ubicación P.C	Patio de Llaves 220 kV.

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
1000	400	9:00 a.m	40

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	8	0.85	54

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
34	41.5	7.5	11.71

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Borne de contacto fase S	41.5	

Comentarios
Reparación programada en el período < 15 días y control permanente en función de la carga

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 004/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	SECCIONADOR DE BARRA - LÍNEA 716			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 05.03.99	Hora del Control 9:00 a.m	Fecha del reporte 08.03.99	Central Callahuanca Patio de Llaves 220 kV.

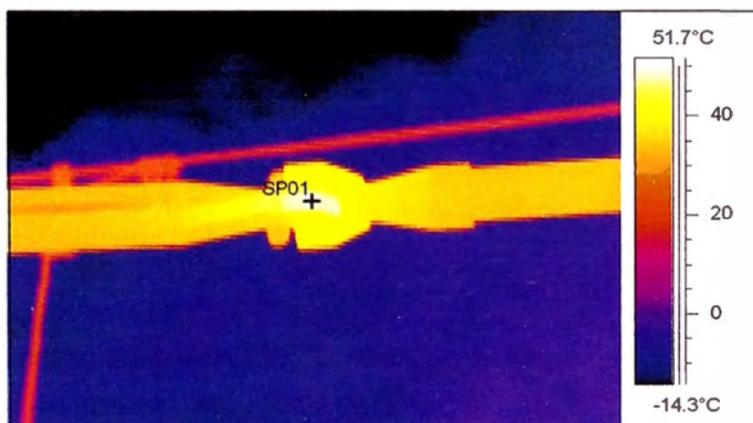
Datos de Ubicación	
Equipo	Seccionador de Barra - 245 kV.
Componente	Unión de brazos de contacto, fases S y T
Ubicación P.C	Celda de Llegada - Patio de Llaves 220 kV.

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
1250	440	9:00 a.m	35.2

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	8	0.85	54

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
44	51	7	14.12

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Unión brazos de contacto, S y T	51	

Comentarios
Reparación programada en el período < 15 días y control permanente en función de la carga

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 005/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	ALTERNADOR I			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 18.03.99	Hora del Control 11:40 a.m	Fecha del reporte 22.03.99	Central Huampaní

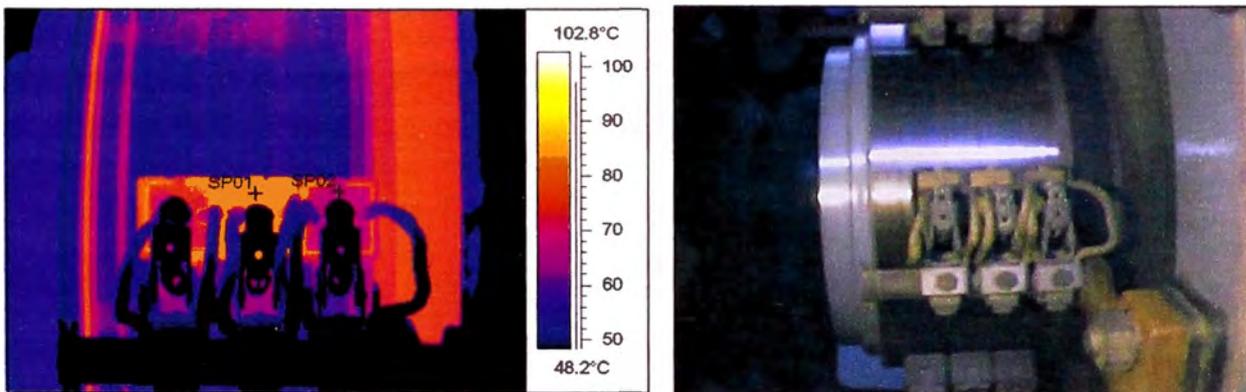
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 2 - Carbón 2
Ubicación P.C	Circuito del alternador I

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
750	400	11:40 a.m	53

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	1	64

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
73	97	24	24

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 2	97	
SPO2	Carbón 1(referencia)	73	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 006/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	ALTERNADOR I			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 18.03.99	Hora del Control 11:40 a.m	Fecha del reporte 22.03.99	Central Huampaní

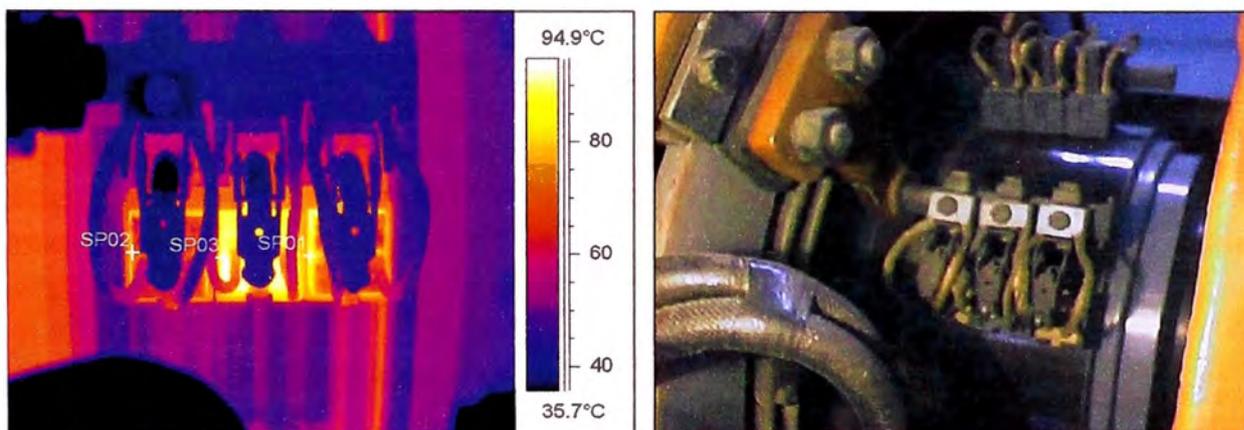
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 6 - Carbón 2
Ubicación P.C	Circuito del alternador I

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
750	400	11:40 a.m	53

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	1	64

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
75	95	20	20

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	83	
SPO3	Carbón 2	95	
SPO2	Carbón 3	75	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 007/99
	ALTERNADOR II			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Central Huampaní
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 18.03.99	Hora del Control 11:40 a.m	Fecha del reporte 22.03.99	

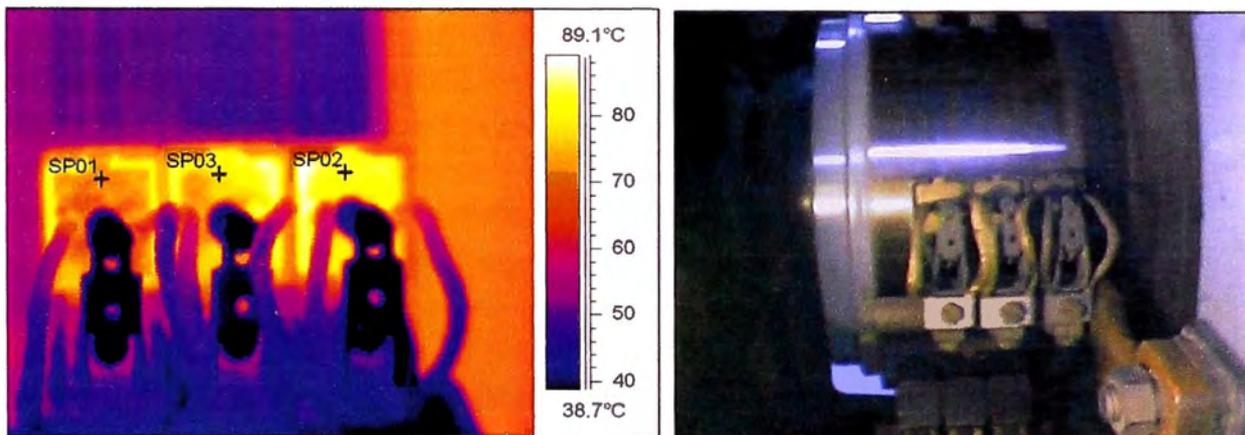
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 2 - Carbones 2 y 3.
Ubicación P.C	Circuito del alternador II

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
750	400	11:40 a.m	53

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	1	64

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
72	89	17	17

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO2	Carbón 1	89	
SPO3	Carbón 2	84	
SPO1	Carbón 3	72	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 008/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	INTERRUPTOR - LÍNEA 654			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 18.03.99	Hora del Control 11:40 a.m	Fecha del reporte 22.03.99	Central Huampaní

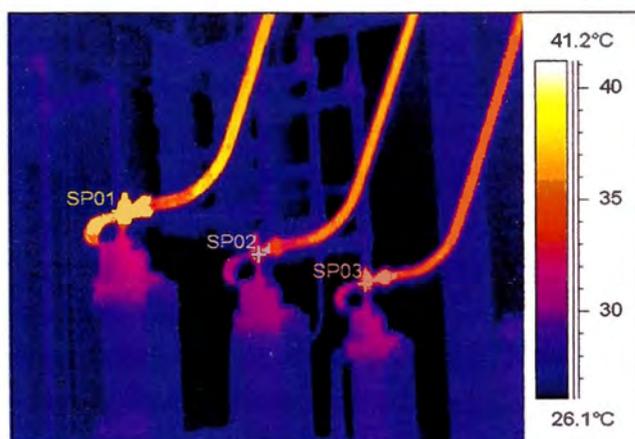
Datos de Ubicación	
Equipo	Interruptor
Componente	Conector de entrada, fase T
Ubicación P.C	Sala de 60 kV.

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
390	350	11:40 a.m	89

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	4	0.81	63

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
34.1	42.1	8	8

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Conector, fase T	42.1	
SPO2	Conector, fase S	34.1	
SPO3	Conector, fase R	35.7	

Comentarios
Realizar un control periódico del elemento.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 009/99
	ALTERNADOR I			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	Fecha de inspección	Hora del Control	Fecha del reporte	Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	23.03.99	10:00 a.m	26.03.99	

Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 1 - Carbón 2, 4 y 5
Ubicación P.C	Circuito del alternador I

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
700	540	10:00 a.m	77.1

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
110.8 (carbón 3)	190.6 (carbón 4)	79.8	79.8

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	117.4	
SPO2	Carbón 2	169.6	
SPO3	Carbón 3 (referencia)	110.8	
SPO4	Carbón 4	190.6	
SPO5	Carbón 5	160.0	

Comentarios
Intervenir inmediatamente o a la brevedad.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 010/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	ALTERNADOR I			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 28.03.99	Central Callahuana

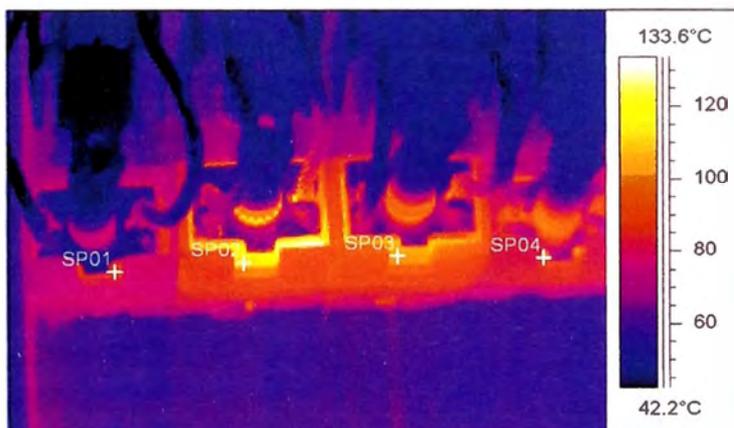
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 2 - Carbones 2 y 3.
Ubicación P.C	Circuito del alternador I

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
700	540	10:00 a.m	77.1

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
90.1	136	45.9	45.9

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	90.1	
SPO2	Carbón 2	136.0	
SPO3	Carbón 3	115.4	
SPO4	Carbón 4	100.4	

Comentarios	
Intervenir inmediatamente.	

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 011/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	ALTERNADOR I			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 26.03.99	Central Callahuanca

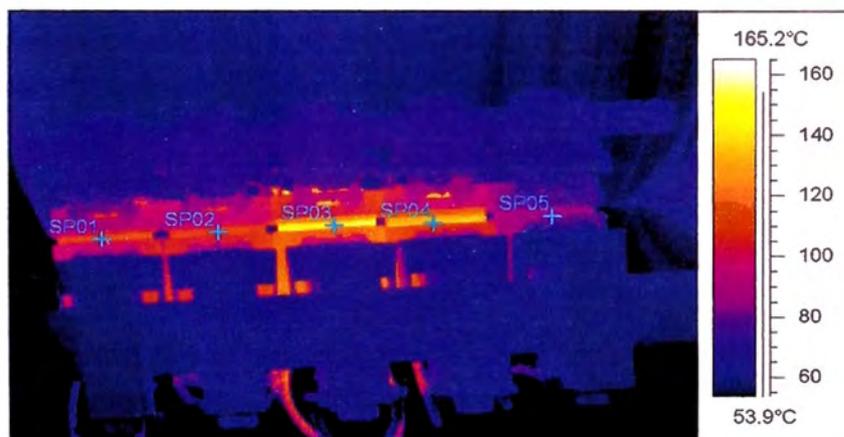
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 3 - Carbones 3 y 4.
Ubicación P.C	Circuito del alternador I

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
700	540	10:00 a.m	77.1

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
86.8	158.1	71.3	71.3

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	114.3	
SPO2	Carbón 2	112.0	
SPO3	Carbón 3	158.1	
SPO4	Carbón 4	145.9	
SPO5	Carbón 5 (referencia)	86.80	

Comentarios
Intervenir inmediatamente.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 012/99
	ALTERNADOR II			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 26.03.99	

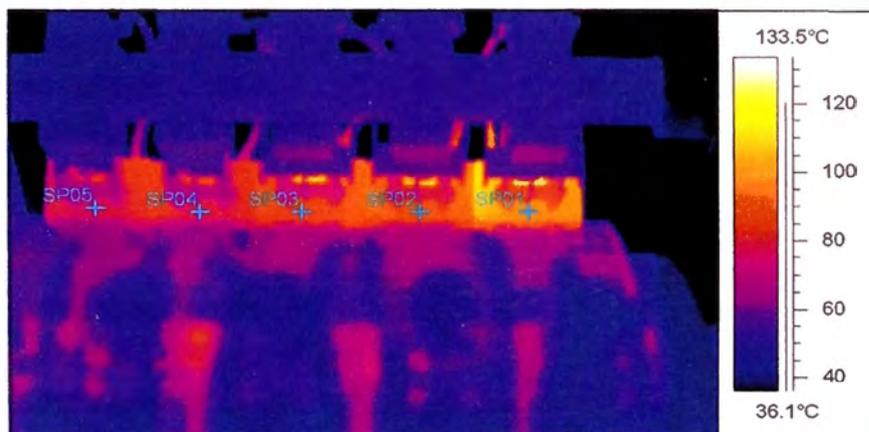
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 2 - Carbón 1.
Ubicación P.C	Circuito del alternador II

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
700	550	10:00 a.m	78.6%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
89.3	134.6	45.3	45.3

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	134.6	
SPO2	Carbón 2	113.9	
SPO3	Carbón 3	111.1	
SPO4	Carbón 4 (referencia)	89.3	
SPO5	Carbón 5	90.0	

Comentarios
Intervenir inmediatamente o a la brevedad.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 013/99
	ALTERNADOR II			Instalación
OPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS. Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección	Hora del Control	Fecha del reporte	Central Callahuanca
	23.03.99	10:00 a.m	26.03.99	

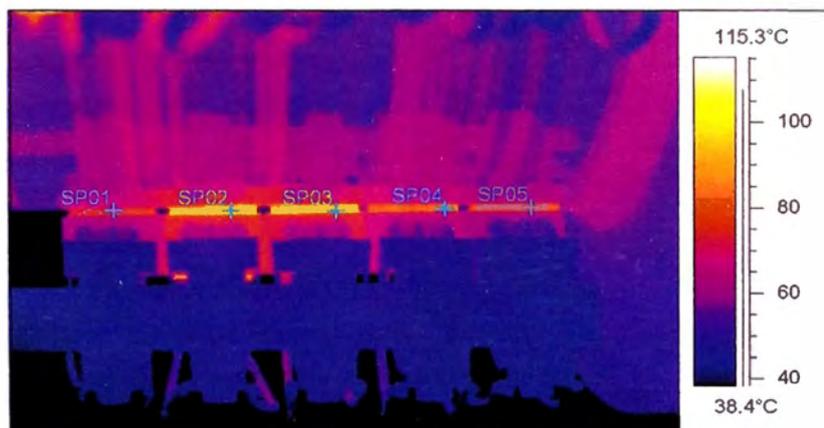
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 3 - Carbón 2 y 3.
Ubicación P.C	Circuito del alternador II

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
700	550	10:00 a.m	78.6%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
77	109.2	32.2	32.2

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1(referencia)	77.0	
SPO2	Carbón 2	108.3	
SPO3	Carbón 3	109.2	
SPO4	Carbón 4	93.9	
SPO5	Carbón 5	82.8	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 014/99
	ALTERNADOR II			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 28.03.99	

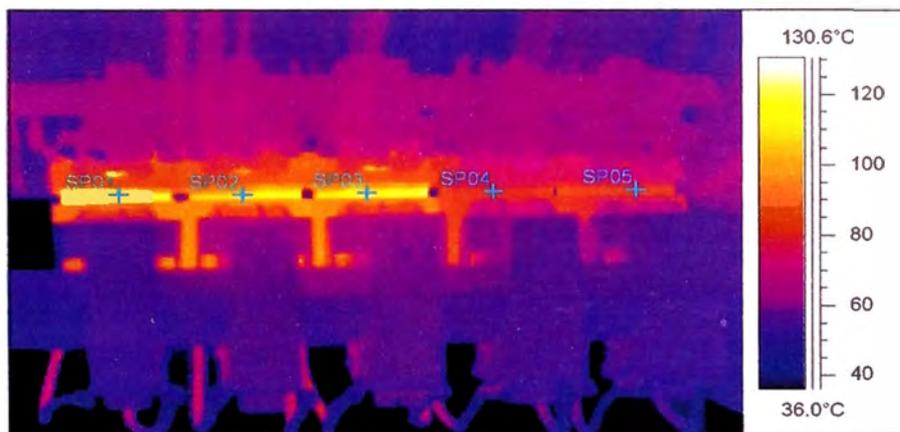
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 4 - Carbones 1, 2 y 3.
Ubicación P.C	Circuito del alternador II

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
700	550	10:00 a.m	78.6%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
87.7	133.3	45.6	45.6

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	133.3	
SPO2	Carbón 2	121.1	
SPO3	Carbón 3	124.1	
SPO4	Carbón 4	98.0	
SPO5	Carbón 5 (referencia)	87.7	

Comentarios	
Intervenir inmediatamente	

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 015/99
	ALTERNADOR III			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 26.03.99	

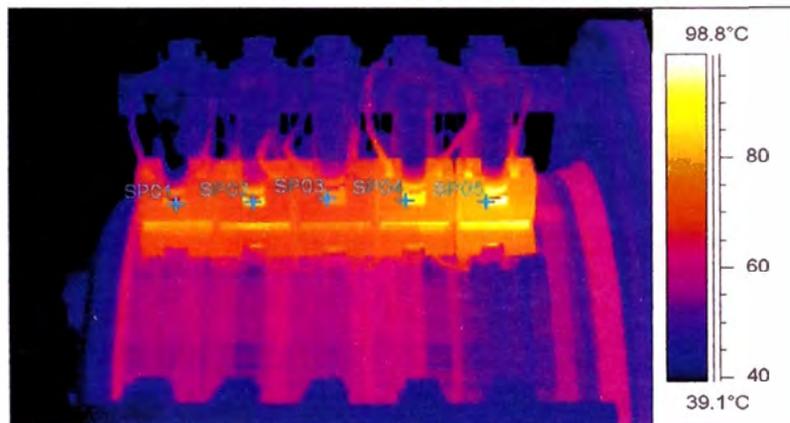
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 1 - Carbones 4 y 5.
Ubicación P.C	Circuito del alternador III

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
700	550	10:00 a.m	78.6%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
80.6	100.3	19.7	19.7

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	81.0	
SPO2	Carbón 2	90.3	
SPO3	Carbón 3 (referencia)	80.6	
SPO4	Carbón 4	91.4	
SPO5	Carbón 5	100.1	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 016/99
	ALTERNADOR III			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.				Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 26.03.99	

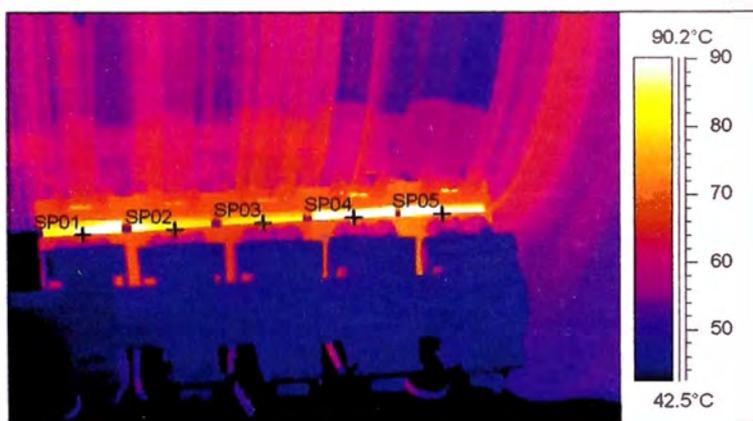
Datos de Ubicación	
Equipo	Excitatriz Principal
Componente	Grupo 3 - Carbones 1, 4 y 5.
Ubicación P.C	Circuito del alternador III

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
700	550	10:00 a.m	78.6%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
87	108.6	21.6	21.6

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	102.3	
SPO2	Carbón 2	92.8	
SPO3	Carbón 3 (referencia)	87.0	
SPO4	Carbón 4	105.8	
SPO5	Carbón 5	108.6	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 017/99
	ALTERNADOR III			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.				Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 26.03.99	

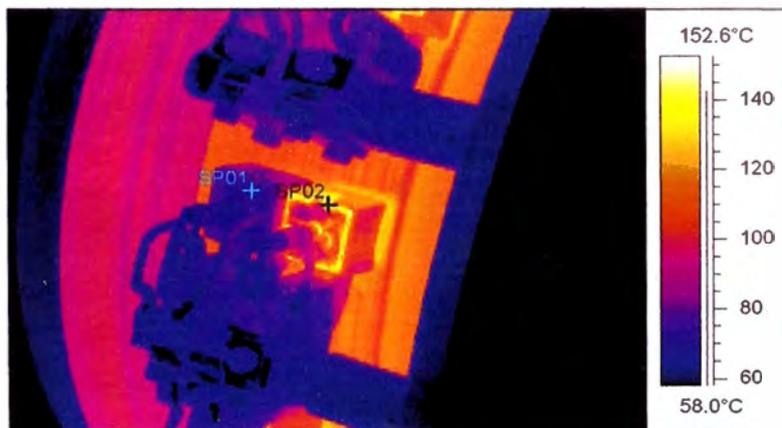
Datos de Ubicación	
Equipo	Anillos rozantes - lado negativo
Componente	Grupo 1 - Carbón 2.
Ubicación P.C	Circuito del alternador III

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
		10:00 a.m	

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
92.5	149.2	56.7	56.7

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 1	92.5	
SPO2	Carbón 2	149.2	

Comentarios
Intervenir inmediatamente.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 018/99
	ALTERNADOR III			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.				Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 26.03.99	

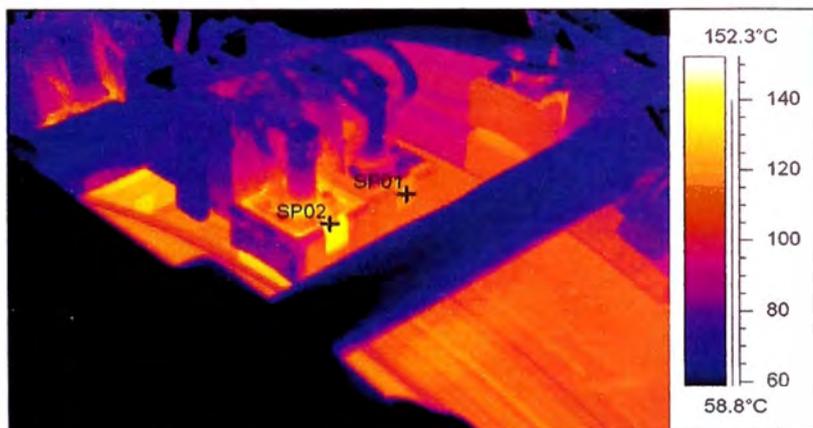
Datos de Ubicación	
Equipo	Anillos rozantes - lado negativo
Componente	Grupo 8 - Carbón 4.
Ubicación P.C	Circuito del alternador III

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control 10:00 a.m	Porcentaje de carga (%)

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
92.5	141.6	49.1	49.1

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1	Carbón 3	92.5	
SPO2	Carbón 4	141.6	

Comentarios
Intervenir inmediatamente.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 019/99
	ALTERNADOR IV			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO				Central Callahuanca
UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 23.03.99	Hora del Control 10:00 a.m	Fecha del reporte 26.03.99	

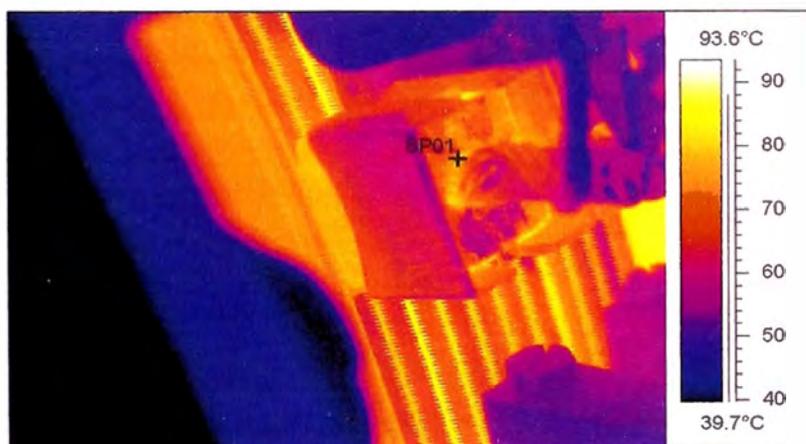
Datos de Ubicación	
Equipo	Anillos rozantes - lado negativo
Componente	Grupo 6 - Carbón 11.
Ubicación P.C	Circuito del alternador IV

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
		10:00 a.m	

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	0.5	0.9	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
81.8	101.8	20	20.0

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
SPO1		101.8	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 020/99
	SECCIONADOR DE LÍNEA - 611			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	Fecha de inspección	Hora del Control	Fecha del reporte	Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	05.03.99	9:00 a.m	08.03.99	

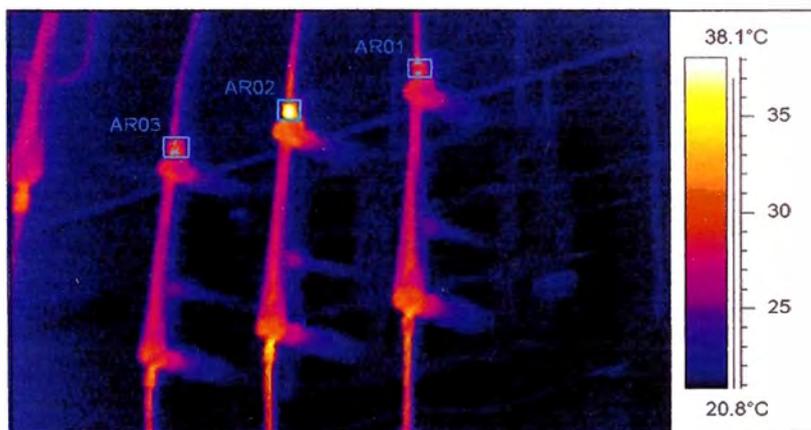
Datos de Ubicación	
Equipo	Seccionador de Línea - 60 kV.
Componente	Conector de salida del seccionador, fase S
Ubicación P.C	Sala de 60 kV.

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
540	261	9:00 a.m	48.3%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
21.5	8	0.85	54

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
30.7	38.2	7.5	8.0

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Contacto fase R	30.7	
ARO2	Contacto fase S	38.2	
ARO3	Contacto fase T	31.3	

Comentarios
Realizar el control periódico del elemento.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 021/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	SALIDA DEL ALTERNADOR III			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 05.03.99	Hora del Control 9:00 a.m	Fecha del reporte 08.03.99	Central Callahuanca

Datos de Ubicación	
Equipo	Botellas terminales en 6.5 kV
Componente	Botella terminal 4, fase R
Ubicación P.C	Celda del transformador de Potencia - Grupo III

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
1560	1218	9:00 a.m	78.1%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
23	5	0.85	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
36.8	55.5	18.7	18.7

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Fase R	55.5	
ARO2	Fase R	36.8	

Comentarios
Reparación programada en el período < 15 días y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 022/99
	TRANSFORMADOR 60/8 kV - GRUPO IV			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Central Callahuanca
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 05.03.99	Hora del Control 9:00 a.m	Fecha del reporte 08.03.99	

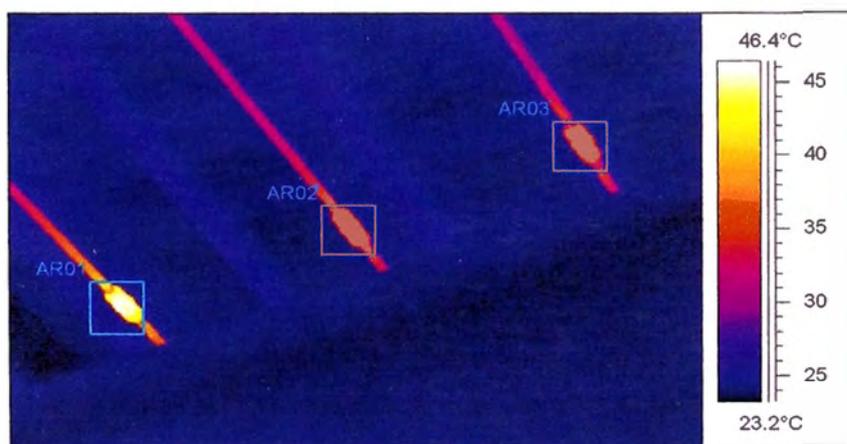
Datos de Ubicación	
Equipo	Salida del Transformador - lado de alta tensión
Componente	Unión recta, fase R
Ubicación P.C	Celda del transformador de Potencia - Grupo IV

Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
390	350	9:00 a.m	89.7%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
23	5	0.85	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
37.1	47.7	10.6	10.6

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Fase R	47.7	
ARO2	Fase S	37.1	
ARO3	Fase T	37.7	

Comentarios	
Realizar un control < 15 días	

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 023/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	LÍNEA 654			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 21.04.99	Hora del Control 9:00 a.m	Fecha del reporte 21.04.99	Línea 654 - 60 kV.

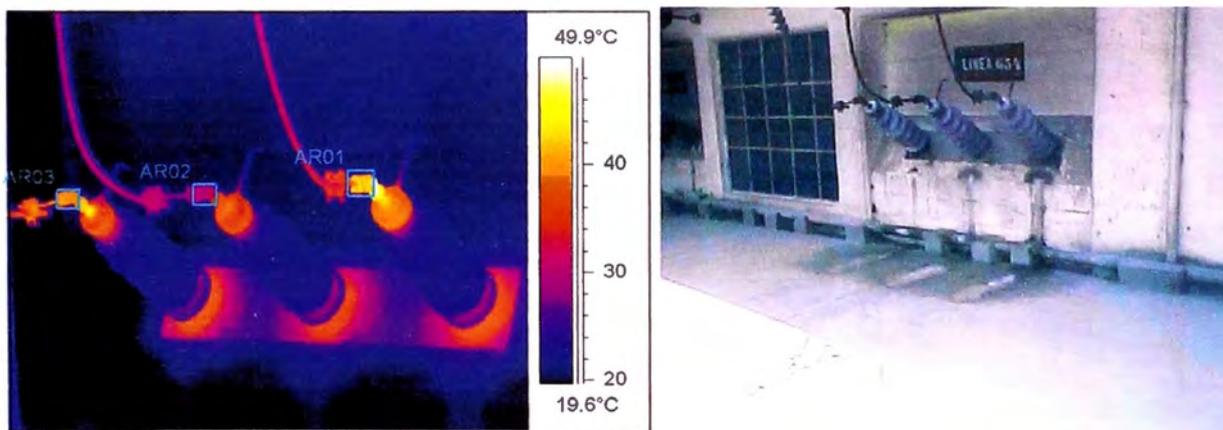
Datos de Ubicación	
Equipo	Pasamuros salida de la C.H. Huampaní
Componente	Mordaza del pasamuro, fase superior hacia Torre 1
Ubicación P.C	Central Huampaní

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
390	393	9:00 a.m	100.8%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
29	3.5	0.8	62

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
35	52.1	17.1	17.1

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Fase superior hacia Torre 1	52.1	
ARO2	Fase media hacia Torre 1	35.0	
ARO3	Fase inferior hacia Torre 1	42.0	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 024/99
OPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	LÍNEA 654			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 23.04.99	Hora del Control 9:00 a.m	Fecha del reporte 23.04.99	Línea 654 - 60 kV.

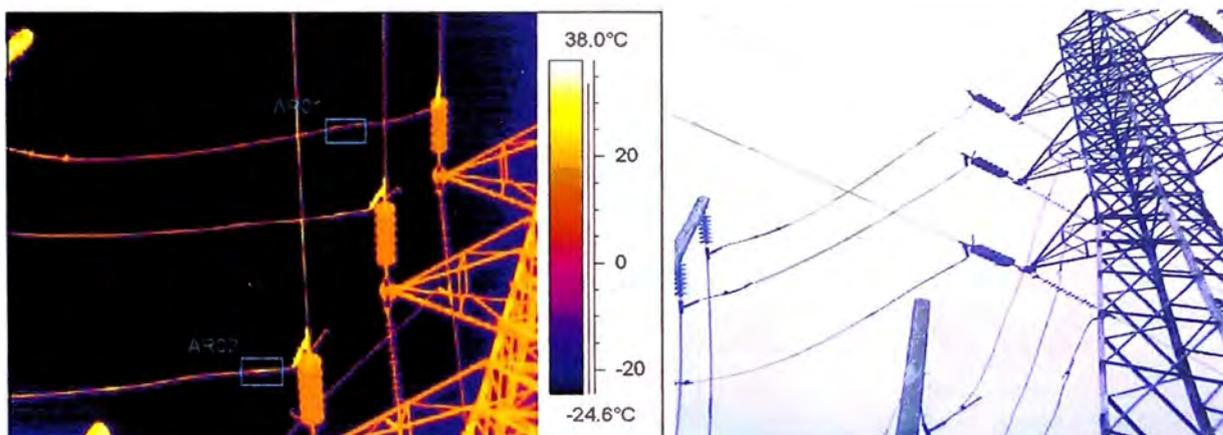
Datos de Ubicación	
Equipo	Estructura de anclaje.
Componente	Empalme a compresión lado cadena de aisladores, fase inferior
Ubicación P.C	Torre 16 a Torre 17

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
390	361	9:00 a.m	92.6%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
30	19.7	0.85	56

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
18.2	33.7	15.5	15.5

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Fase superior	18.2	
ARO2	Fase inferior	33.7	

Comentarios
Reparación programada en el período de tres meses y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 025/99
	INTERRUPTOR - LÍNEA 2015			Instalación
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	Fecha de inspección	Hora del Control	Fecha del reporte	S.E.T Cajamarquilla
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	17.05.99	5:30 p.m	18.05.99	

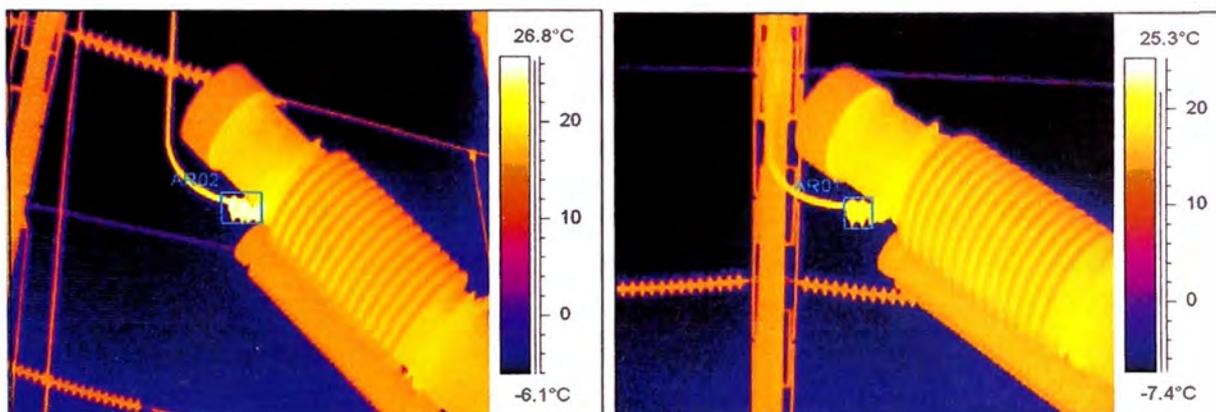
Datos de Ubicación	
Equipo	Interruptor de potencia - 220 kV
Componente	Borne de conexión lado barra 1, fase R
Ubicación P.C	Celda de la Línea 2015

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
900	288	5:30 a.m	32.0%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
23	9.9	0.85	70

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
22	27	5	12.2

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Fases S y T (referencia)	22.0	
ARO2	Fase R	27.0	

Comentarios
Reparación programada en el período < 15 días y control permanente en función de la carga.

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 026/99
	DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.			SECCIONADOR BARRA 1 - LÍNEA 2015
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de Inspección 17.05.99	Hora del Control 5:30 p.m	Fecha del reporte 18.05.99	S.E.T Cajamarquilla

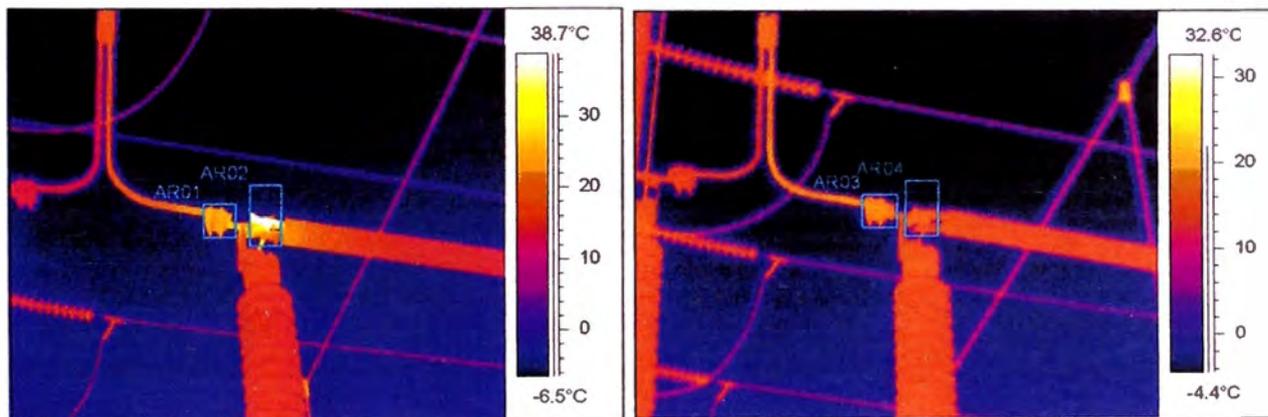
Datos de Ubicación	
Equipo	Seccionador de barra - 220 kV
Componente	Borne de conexión y cuchilla del seccionador lado línea, fase R
Ubicación P.C	Sistema de barra 1

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
900	288	5:30 a.m	32.0%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
23	10.2	0.85	70

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
19	55	36	87.9

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Borne de conexión, fase R	28.6	
ARO2	Cuchilla del seccionador, fase R	55.0	
ARO3	Borne de conexión, fase S	20.0	
ARO4	Cuchilla del seccionador, fase S	19.0	

Comentarios	
Intervenir inmediatamente	

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 027/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	SECCIONADOR BARRA 1 - LÍNEA 2015			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 17.05.99	Hora del Control 5:30 p.m	Fecha del reporte 18.05.99	S.E.T Cajamarquilla

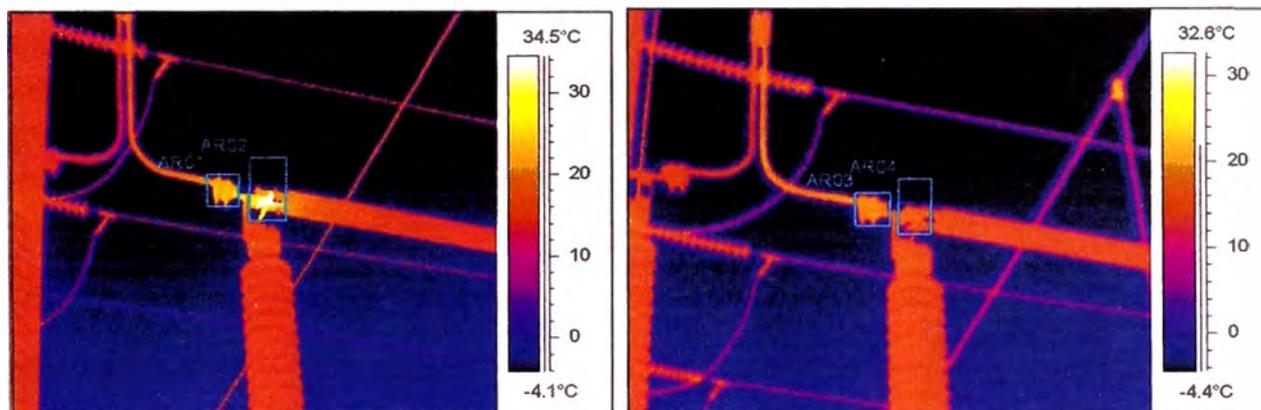
Datos de Ubicación	
Equipo	Seccionador de barra - 220 kV
Componente	Borne de conexión y cuchilla del seccionador lado línea, fase T
Ubicación P.C	Sistema de barra 1

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
900	288	5:30 a.m	32.0%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
23	10.2	0.85	70

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
19	50	31	75.7

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Borne de conexión, fase T	27.2	
ARO2	Cuchilla del seccionador, fase T	50.0	
ARO3	Borne de conexión, fase S	20.0	
ARO4	Cuchilla del seccionador, fase S	19.0	

Comentarios
Intervenir inmediatamente

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 028/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	SECCIONADOR BARRA 1 - LÍNEA 2015			Instalación
Efectuado por: Ing. Luis Rodríguez B. Tec. Luis Fernández U	Fecha de inspección 17.05.99	Hora del Control 5:30 p.m	Fecha del reporte 18.05.99	S.E.T Cajamarquilla

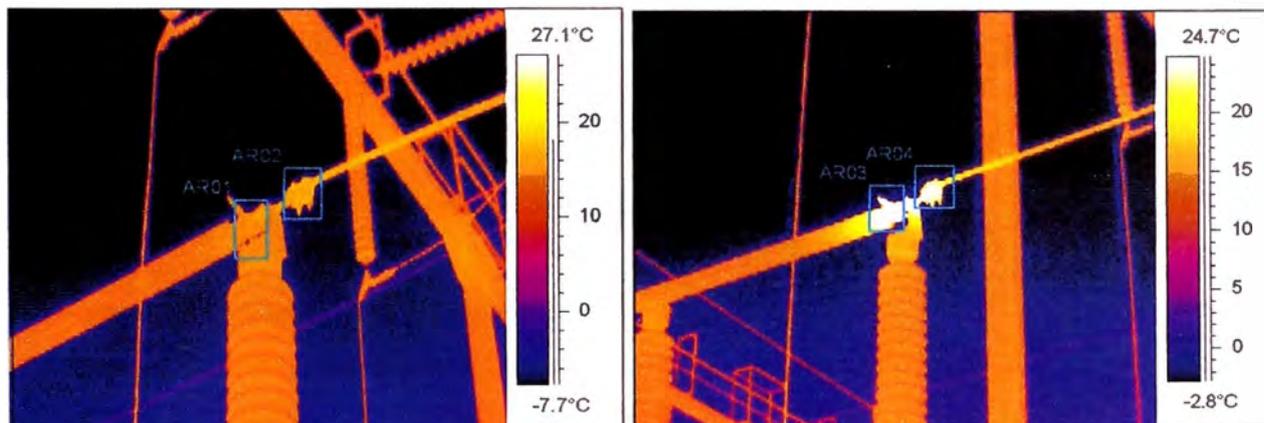
Datos de Ubicación	
Equipo	Seccionador de barra - 220 kV
Componente	Borne de conexión y cuchilla del seccionador lado barra, fase S
Ubicación P.C	Sistema de barra 1

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
900	288	5:30 a.m	32.0%

Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
23	10.2	0.85	70

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
18	45	27	65.9

Imagen



Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1	Cuchilla del seccionador, fase R	18.0	
ARO2	Borne de conexión, fase R	18.9	
ARO3	Cuchilla del seccionador, fase S	45.0	
ARO4	Borne de conexión, fase S	29.5	

Comentarios
Intervenir inmediatamente

	INSPECCIÓN DE TERMOGRAFÍA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			RPC - 029/99
DPTO. ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	SECCIONADOR DE BARRA I			Instalación
Efectuado por:	Fecha de inspección	Hora del Control	Fecha del reporte	Central Callahuanca Patio de Llaves 220 kV.
Tec. Luis Fernández U	19.08.99	12:50 a.m	19.08.99	

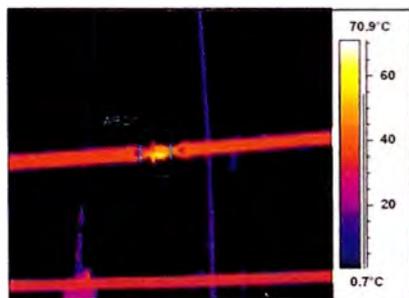
Datos de Ubicación	
Equipo	Seccionador de Barra I
Componente	Unión brazos de contactos - fases R y T
Ubicación P.C	Celda de acoplamiento - Patio de Llaves 220 kV.

Capacidad del Equipo			
Corriente Nominal (A.)	Corriente Tiempo Real (A.)	Hora del Control	Porcentaje de carga (%)
1000	420	12:50 p.m	42%

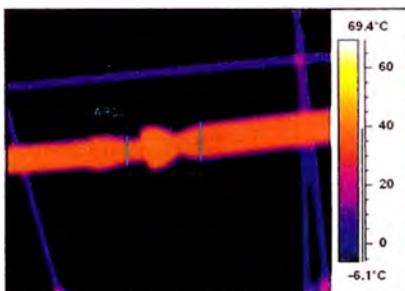
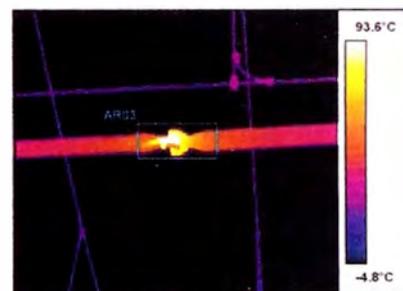
Parámetros para la Medición			
Temperatura Ambiente (°C)	Distancia al objeto (m.)	Emisividad	Humedad Relativa (%)
23	10	0.8	60

Valores de Temperatura			
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto Caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento Normalizado (°C) al 50% de carga
39	133 - Fase T	94	133.2

Imagen



Fase R

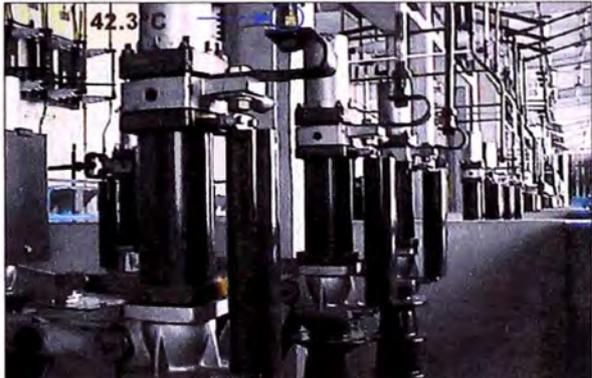
Fase S
(referencia)

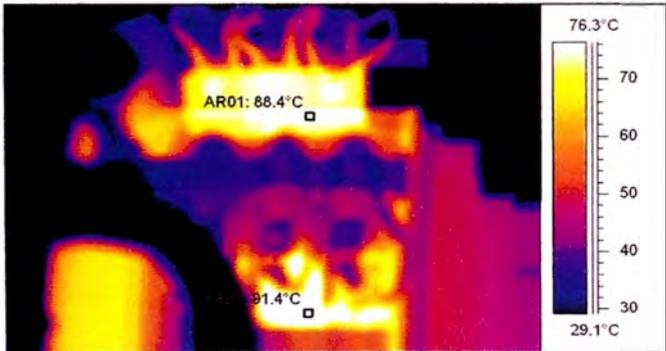
Fase T

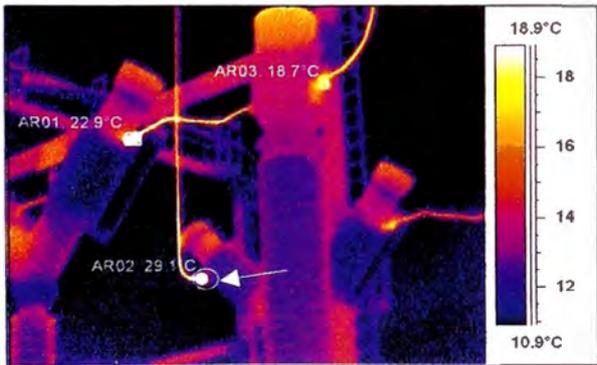
Cuadro de Control			
Puntos	Descripción	Temperatura (°C)	
ARO1		133	
ARO2		39	
ARO3		60	

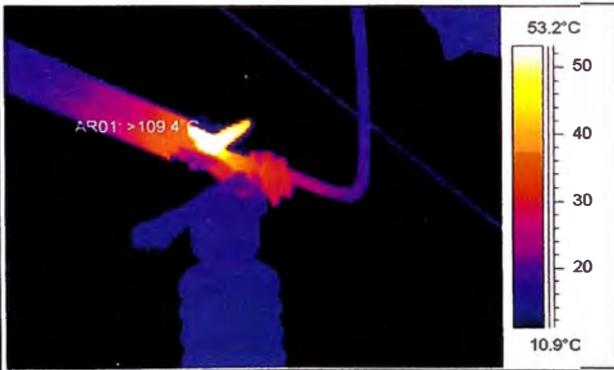
Comentarios
Se sugiere intervenir inmediatamente. Debe realizarse limpieza o cambio de los contactos de las tres fases.

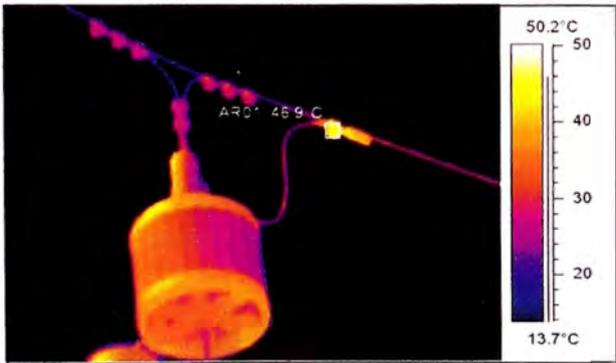
PROTOCOLOS DE LOS CONTROLES DE TERMOGRAFÍA - 2000

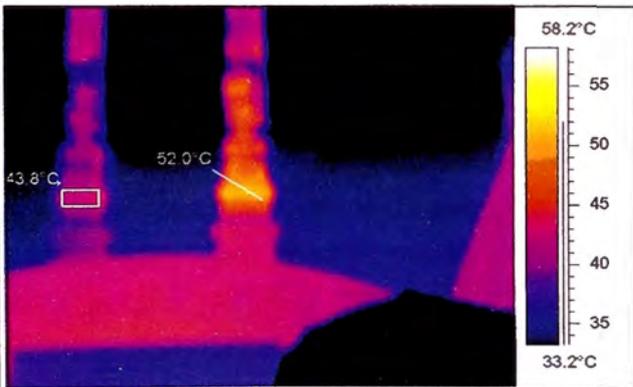
	INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			ST - 001
SOPORTE TECNICO				Instalación: Moyopampa
Efectuado por: F. Torres	Fecha de Inspección: 26/07/2000	Hora de inspección: 10:30 hr.	Fecha de reporte 27/07/2000	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda de la Línea L-605			
Componente	Interruptor			
Ubicación P.C.	Lado Seccionadores			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
500	278	10:30 hr.	55.6	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
18°C	2	0.85	85%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
30	42.5	12.5	12.5	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Programar intervención < 15 días				

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		ST - 002
SOPORTE TECNICO				Instalación: Huampaní
Efectuado por: F. Torres	Fecha de Inspección: 25/07/2000	Hora de inspección: 11:00:00 a.m.	Fecha de reporte 28/07/2000	
Datos de Ubicación				
Equipo	Generador Grupo 1			
Componente	Carbones			
Ubicación P.C.	Excitatriz			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
1300	1200	11:00:00 a.m.	92.3	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
18°C	2	0.8	85%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
60	91.4	31.4	31.4	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Intervención inmediata				

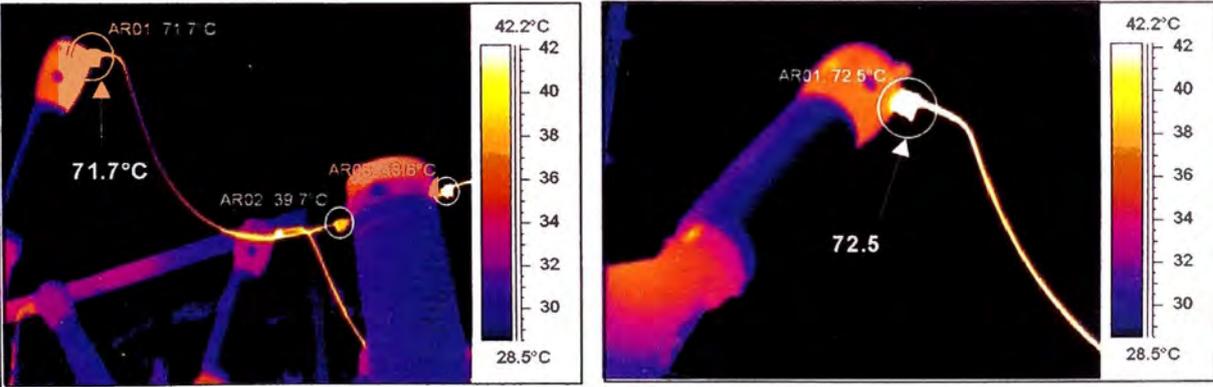
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		ST - 003
SOPORTE TECNICO				Instalación: Cajamarquilla
Efectuado por: F. Torres	Fecha de Inspección: 03/08/2000	Hora de inspección: 10:30:00 a.m.	Fecha de reporte: 04/08/2000	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda Línea L-2009			
Componente	Interruptor de línea			
Ubicación P.C.	Conectores			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	350	10:30:00 a.m.	58.3	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
18°C	20	0.8	80%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
18	31	13	13	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Programar intervención < 15 días				

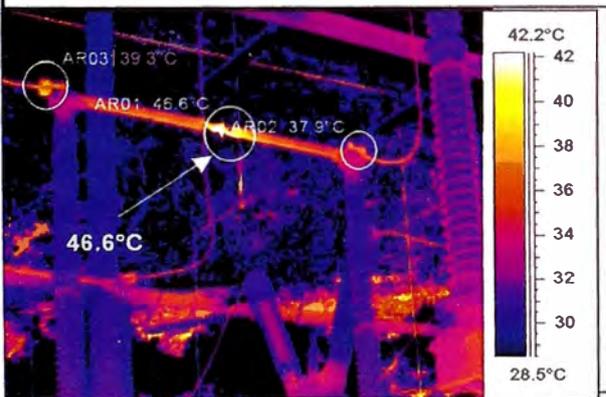
 EDEL		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		ST - 004
SOPORTE TECNICO				Instalación: Calamarquilla
Efectuado por: F. Torres	Fecha de Inspección: 03/08/2000	Hora de inspección: 10:30:00 a.m.	Fecha de reporte: 04/08/2000	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda Línea L-2015			
Componente	Seccionador de Barras I			
Ubicación P.C.	Contacto móvil			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	350	10:30:00 a.m.	58.3	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
18°C	5	0.8	80%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
18	109.4	91.4	91.4	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
ARO1		> 109.4 °C		
Comentarios				
Atención inmediata				

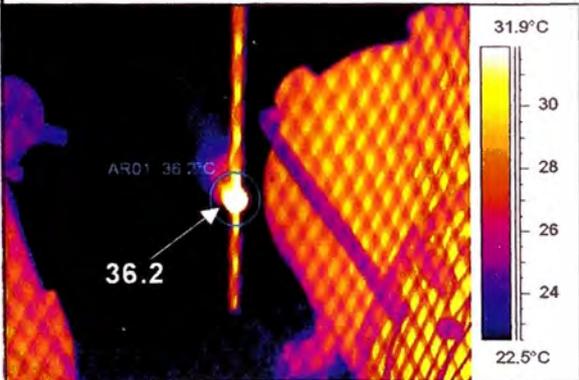
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		ST - 005
SOPORTE TECNICO				Instalación: Callahuanca
Efectuado por: F. Torres	Fecha de Inspección: 02/08/2000	Hora de inspección: 11:00:00 a.m.	Fecha de reporte 03/08/2000	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda Línea L-2008			
Componente	Trampa de Onda			
Ubicación P.C.	Línea L-2008 Fase "T" Lado Línea			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	400	11:00:00 a.m.	66.7	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
21	20	0.8	80%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
30	46.9	16.9	16.9	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Programar intervención < 15 días				

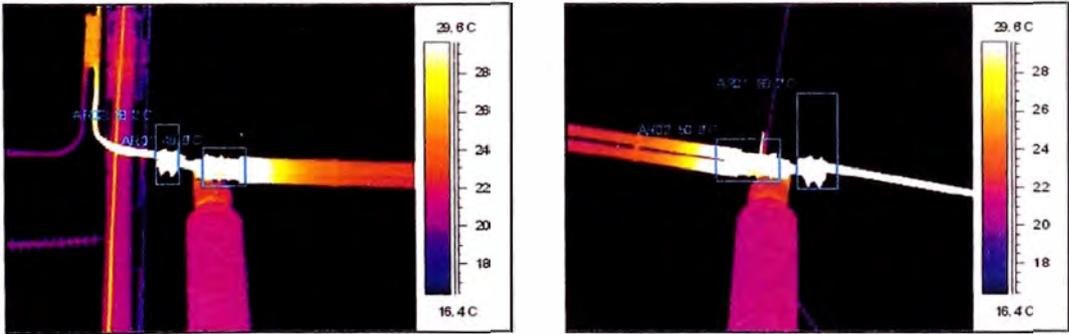
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		ST - 006
SOPORTE TECNICO				Instalación: Moyopampa
Efectuado por: F. Torres	Fecha de Inspección: 18/08/2000	Hora de inspección: 11:00:00 a.m.	Fecha de reporte 18/08/2000	
Datos de Ubicación				
Equipo	Transformador 1 - Fase "S"			
Componente	Unión Fase "R"			
Ubicación P.C.	Lado 10 kV			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
2021	1350	11:00:00 a.m.	66.8	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
20	3	0.8	85%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
43	55.9	12.9	12.9	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Programar intervención < 15 días				

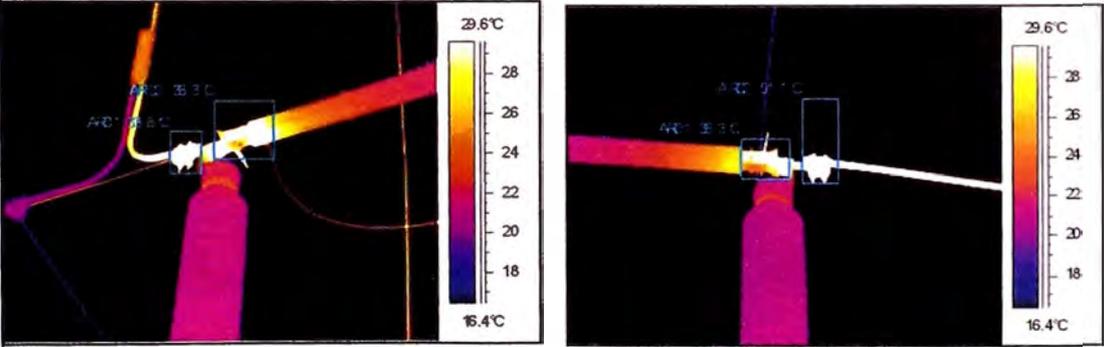
PROTOCOLOS DE LOS CONTROLES DE TERMOGRAFÍA - 2001

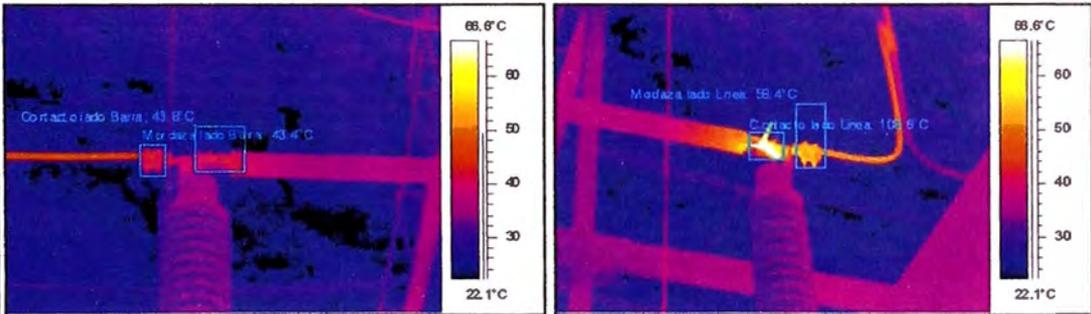
	INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES			ME-001/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación: Callahuanca
Efectuado por: F. Torres	Fecha de Inspección: 05/09/2001	Hora de inspección: 14:00:00	Fecha de reporte 05/09/2001	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda Línea L-2009			
Componente	Interruptor			
Ubicación P.C.	Línea L-2009 Fase "R" Lado Transformador combinado			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
1000	690	14:00:00	69.0	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
23	10	0.8	80%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
35	72	37	37	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
- Se requiere intervención inmediata				

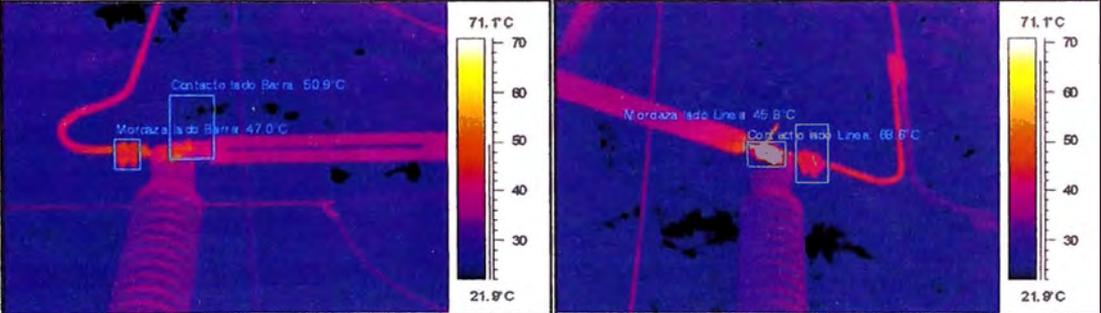
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		ME-002/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:
F. Torres	05/09/2001	13:00:00	05/09/2001	Callahuanca
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda Línea L-716			
Componente	Seccionador			
Ubicación P.C.	Línea L-716 Fase "S" punto de unión de seccionador			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
1000	510	13:00:00	51.0	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
23	5	0.8	80%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
35	47	12	12	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
- Futuro punto caliente. En las otras fases la temperatura se encontraba en promedio T= 37°C				
- Requiere intervención programada				

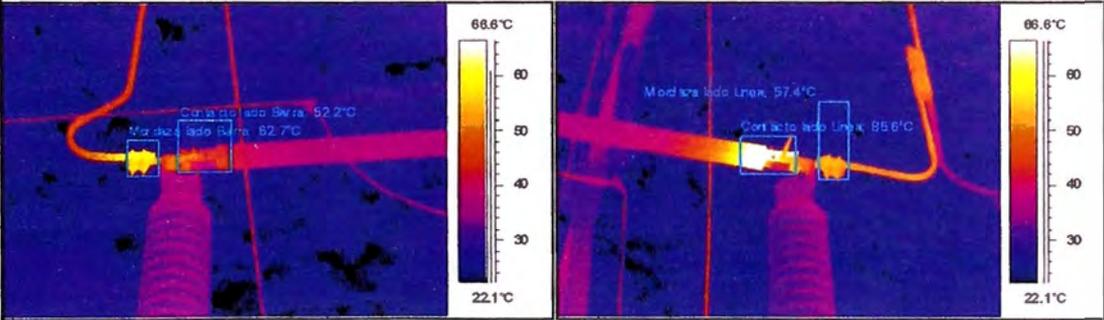
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		ME-003/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:
F. Torres	21/08/2001	10:30:00	21/08/2001	Callahuanca
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda Linea L-606			
Componente	Barra			
Ubicación P.C.	Linea L-606 Fase "S" conector entre interruptor y trafo de corriente			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
500	268	10:30:00	53.6	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
22	3	0.8	80%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
25	36.2	11.2	11.2	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
- Requiere intervención programada				

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-004/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	07/03/2001	18:45:00	08/03/2001	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - Linea 2009			
Componente	Fase S - Lado Barra y Lado Cliente			
Ubicación P.C.	Mordaza a la salida de terminal y contactos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	525	18:45:00	58.3	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
26	9.2	0.85	56%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
32	69.2	37.2	37.2	
Intervención Inmediata				
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Mordaza	Lado Barra	38.3		
Contactos	Lado Barra	49.9		
Mordaza	Lado Cliente	69.2		
Contactos	Lado Cliente	50.8		
Comentarios				
Seccionador no cierra completamente.				
Requiere limpieza y lubricación contactos				
Ajuste de mordaza				

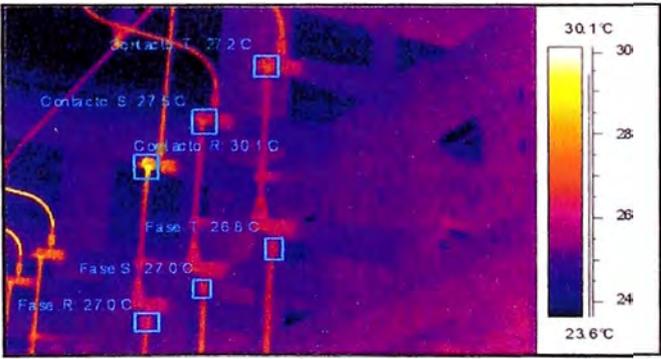
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-005/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:
L Rodriguez	07/03/2001	18:45:00	08/03/2001	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - Línea 2009			
Componente	Fase T - Lado Barra y Lado Cliente			
Ubicación P.C.	Mordaza a la salida de terminal y contactos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	525	18:45:00	58.3	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
26	9.2	0.85	56%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
32	51.1	19.1	19.1	
			Programar Intervención 15 días <	
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Mordaza	Lado Barra	38.8		
Contactos	Lado Barra	38.3		
Mordaza	Lado Cliente	51.1		
Contactos	Lado Cliente	38.3		
Comentarios				
Seccionador no cierra completamente.				
Requiere limpieza y lubricación contactos				
Ajuste de mordaza				

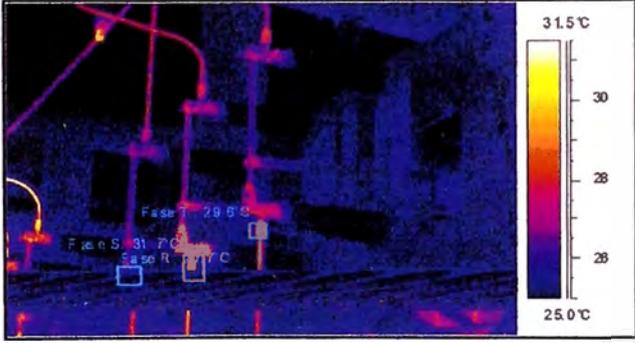
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-006/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	12/03/2001	11:45:00 a.m.	13/03/2001	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra I - L 2015			
Componente	Fase S - lado Linea			
Ubicación P.C.	Contactos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	629	11:45:00	69.9	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	20	0.85	60%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
44	108.6	64.6	64.6	
				Intervención Inmediata
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contactos	Lado Linea	108.6		
Mordaza	Lado Linea	58.4		
Contactos	Lado Barra	43.8		
Mordaza	Lado Barra	43.4		
Comentarios				
En menos de 30 minutos el contacto lado linea alcanzó los 108.6 °C.				
La mordaza lado linea requiere de ajuste/limpieza, presenta incremento de temperatura.				

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-007/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	12/03/2001	11:45:00	13/03/2001	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra I - L 2015			
Componente	Fase T lado Linea			
Ubicación P.C.	Contactos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	629	11:45:00	69.9	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	20	0.85	60%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
44	68.6	24.6	24.6	
			Programar intervención 15 días<	
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contactos	Lado Linea	68.6		
Mordaza	Lado Linea	45.8		
Contactos	Lado Barra	50.9		
Mordaza	Lado Barra	47.0		
Comentarios				
Requiere revisión de ambos contactos por presentar incremento de temperatura.				

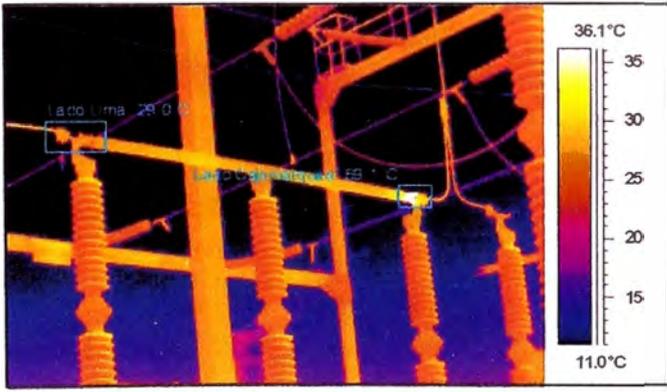
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-008/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	12/03/2001	11:45:00	13/03/2001	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra I - L2009			
Componente	Fase T - lado linea			
Ubicación P.C.	Contactos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	800	11:45:00	88.9	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	20	0.85	60%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
45	85.6	40.6	40.6	
				Intervención inmediata
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contactos	Lado linea	85.6		
Mordaza	Lado linea	57.4		
Contactos	Lado Barra	52.2		
Mordaza	Lado Barra	62.7		
Comentarios				
Para el caso de las mordazas se tiene una temperatura promedio de 50 °C. Requieren revisión/ajuste las mordazas: Fase R lado barra 56.9°C y fase S lado linea 57.8°C				

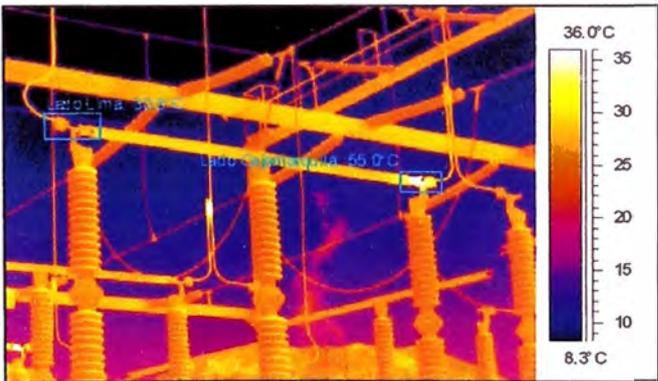
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-009/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación: C. Moyopampa
Efectuado por: L Rodriguez	Fecha de Inspección: 10/04/2001	Hora de inspección: 09:00:00	Fecha de reporte 10/04/2001	
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - L 601			
Componente	fase T			
Ubicación P.C.	Contactos fijos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	315	10:20:00	52.5	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	14.8	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
29	56.5	27.5	27.5	
Intervención Inmediata				
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contacto fijo	Fase R	44.8		
Contacto fijo	Fase S	36.4		
Contacto fijo	Fase T	56.5		
Comentarios				
Se requiere mantenimiento correctivo en las tres fases del seccionador.				

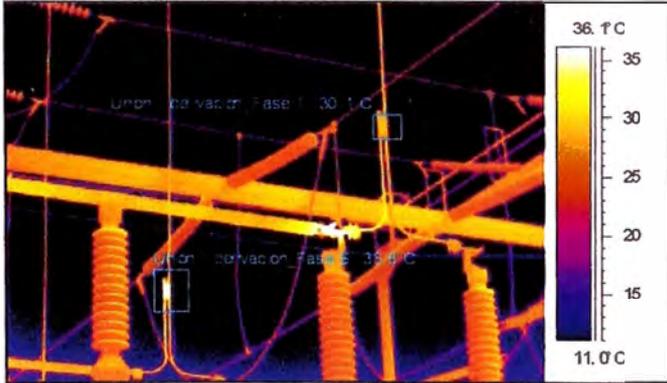
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-010/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación: C. Moyopampa
Efectuado por: L Rodriguez	Fecha de Inspección: 10/04/2001	Hora de inspección: 09:00:00	Fecha de reporte 10/04/2001	
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - L 611			
Componente	Fase R			
Ubicación P.C.	Contactos fijos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
540	125	09:00:00	23.1	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	14.8	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
27	30.1	3.1	14.5	
			Programar Intervención < 15 días	
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contacto fijo	Fase R	30.1		
Contacto fijo	Fase S	27.5		
Contacto fijo	Fase T	27.2		
Comentarios				
Se requiere limpieza y lubricación de los contactos fijos.				

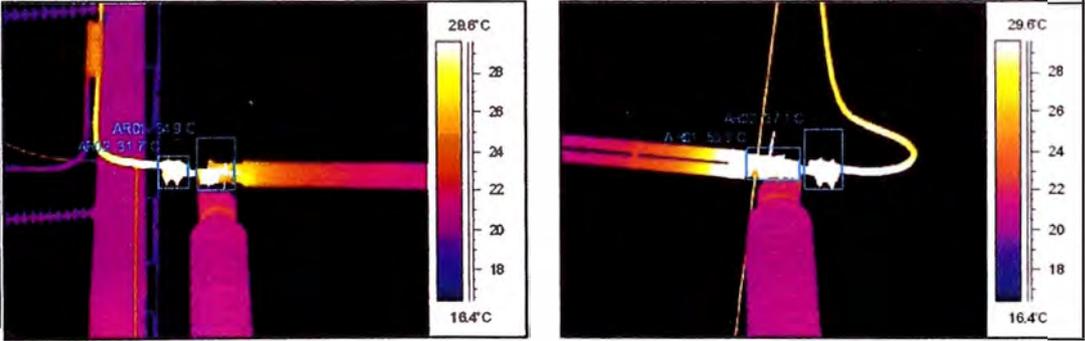
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-011/2001
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:
L Rodriguez	10/04/2001	09:00:00	10/04/2001	C. Moyopampa
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - L 602			
Componente	Fase S			
Ubicación P.C.	Terminal de conexión			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	152	09:00:00	25.3	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	14.8	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
27	31.7	4.7	18.3	
				Programar intervención < 15 días
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Terminal de conexión	Fase R	27.7		
Terminal de conexión	Fase S	31.7		
Terminal de conexión	Fase T	29.6		
Comentarios				
Se requiere realizar ajuste y limpieza a los terminales de conexión de los tres fases				

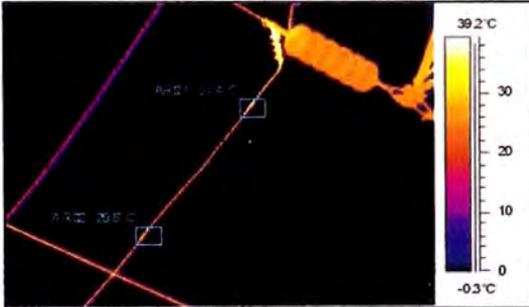
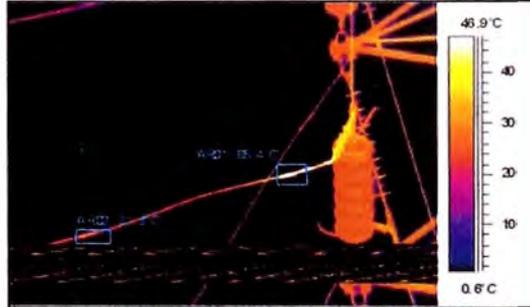
PROTOCOLOS DE LOS CONTROLES DE TERMOGRAFÍA - 2002

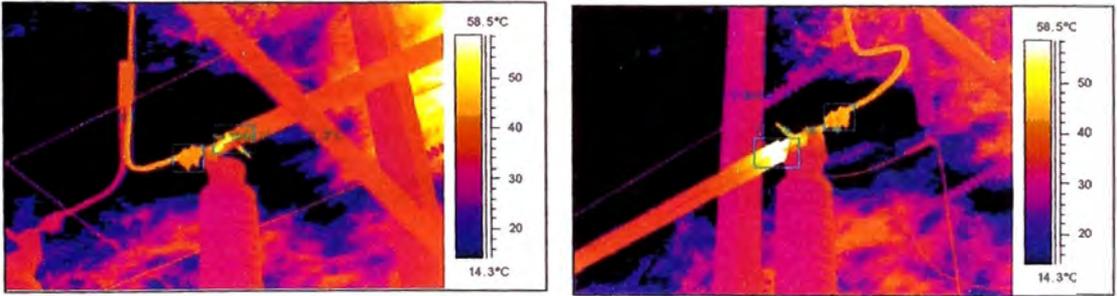
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-001/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:
L Rodriguez	05/03/2002	09:30:00	05/03/2002	
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de barra II - Trafo de Potencia			
Componente	Fase R - Lado Cajamarquilla			
Ubicación P.C.	Contactos fijo - móvil , mordaza			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	180	09:30:00	20.0	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
25	15	0.85	83%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
29	69.1	40.1	250.6	
Intervención inmediata				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
1	Lado Cajamarquilla	69.1	Contactos móvil - fijo.	
2	Lado Lima	29	-----	
Comentarios				
L -2009 fuera de servicio , Refineria Cajamarquilla alimentado de energía con la L 2015				
Programar intervención.				

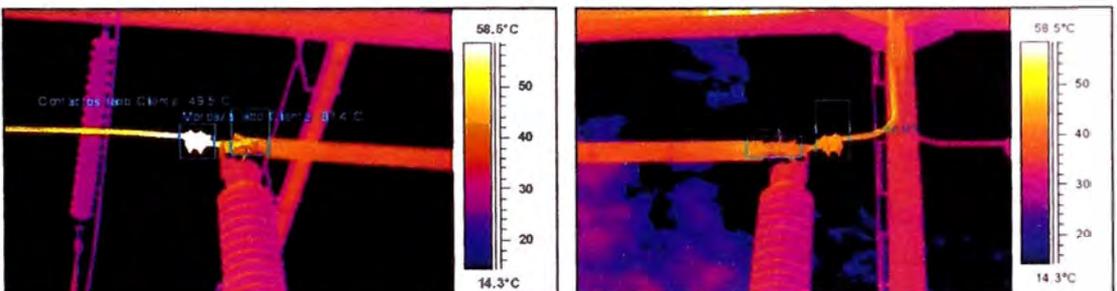
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-002/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	05/03/2002	09:30:00	05/03/2002	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de barra II - Trafo de Potencia			
Componente	Fase T - Lado Cajamarquilla			
Ubicación P.C.	Contactos fijo - móvil , mordaza			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	180	09:30:00	20.0	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
25	15	0.85	83%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
30.8	55	24.2	151.2	
Intervención inmediata				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
1	Lado Cajamarquilla	55	Contactos móvil - fijo.	
2	Lado Lima	30.8		
Comentarios				
L -2009 fuera de servicio , Refineria Cajamarquilla alimentado de energía con la L 2015				
Programar intervención.				

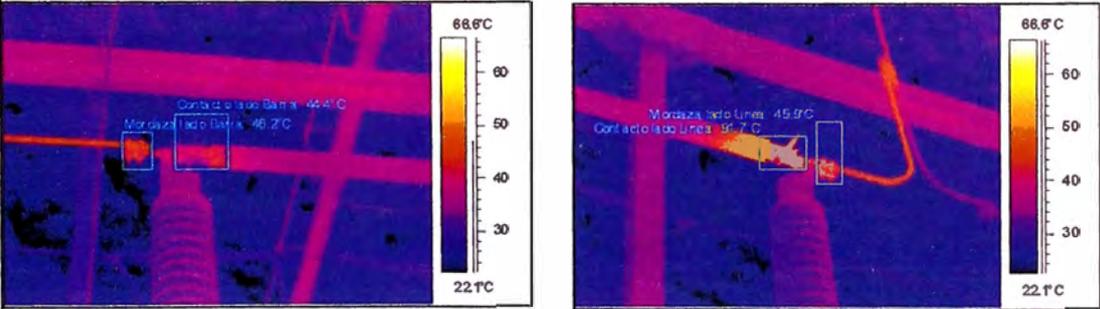
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-003/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	05/03/2002	09:30:00	05/03/2002	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de barra I y II - Trafo de Potencia			
Componente	Fase S - derivación hacia pórtico			
Ubicación P.C.	Unión bifilar.			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	180	09:30:00	20.0	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
25	15	0.85	83%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
30.1	36.8	6.7	41.9	
Intervención inmediata				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
1	Unión bifilar - Fase S	36.8	Derivación	
2	Unión bifilar - Fase T	30.1	Derivación	
Comentarios				
L -2009 fuera de servicio , Refinería Cajamarquilla alimentado de energía con la L 2015				
Programar intervención.				

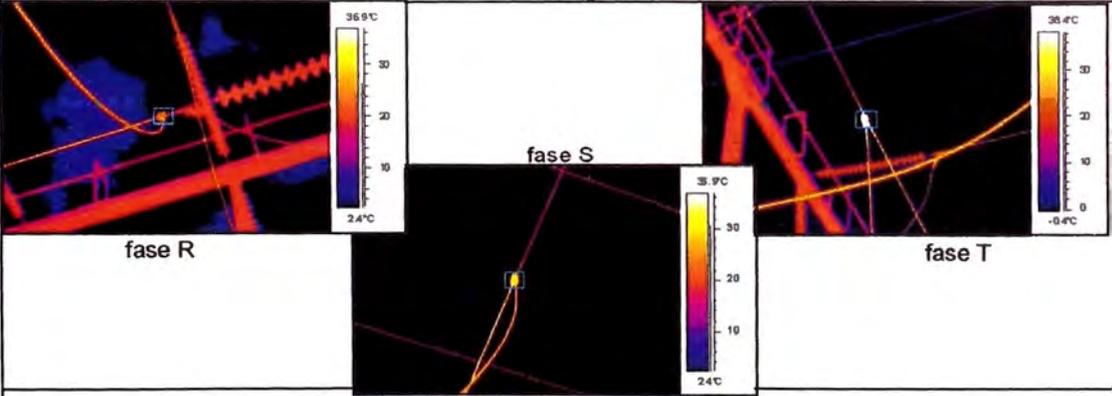
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-004/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	07/03/2002	18:45:00	08/03/2002	SET Cajamar quilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - Línea 2009			
Componente	Fase R - Lado Barra y Lado Cliente			
Ubicación P.C.	Mordaza a la salida de terminal y contactos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	525	18:45:00	58.3	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
26	9.2	0.85	56%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
32	53.3	21.3	21.3	
				Programar Intervención 15 días <
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Mordaza	Lado Barra	31.7		
Contactos	Lado Barra	34.9		
Mordaza	Lado Cliente	37.1		
Contactos	Lado Cliente	53.3		
Comentarios				
Seccionador no cierra completamente.				
Requiere limpieza y lubricación contactos				
Ajuste de mordaza				

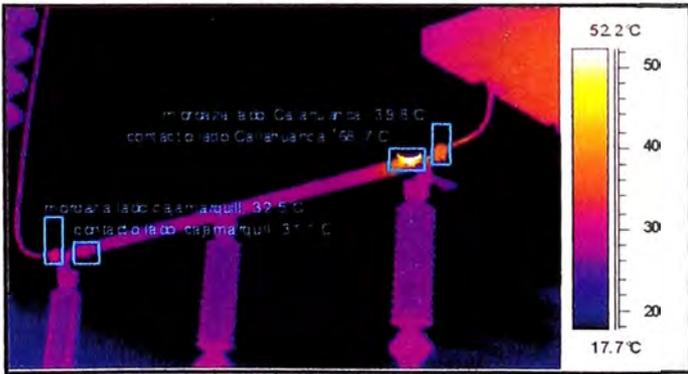
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-005/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación: L-654
L Rodriguez	11/03/2002	11:00:00	11/03/2002	
Datos de Ubicación				
Equipo	Torre 16 - Fases Media e Inferior			
Componente	Cuello muerto			
Ubicación P.C.	Empalmes cercano a grampa de anclaje			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
390	371	11:00:00	95.1	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
29.5	25	0.85	60%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
29	65.4	36.4	36.4	
				Intervención Inmediata
Imágen				
				
Fase Media		Fase Inferior		
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
ARO1	Fase media	37.4	Empalme	
ARO2	Fase media	49.6	Empalme	
ARO1	Fase inferior	65.4	Empalme	
ARO2	Fase inferior	31.3	Empalme	
Comentarios				
Comentarios				
Se requiere intevenir los empalmes que presentan temperatura (fase media e inferior), tal como se indica en las imágenes.				

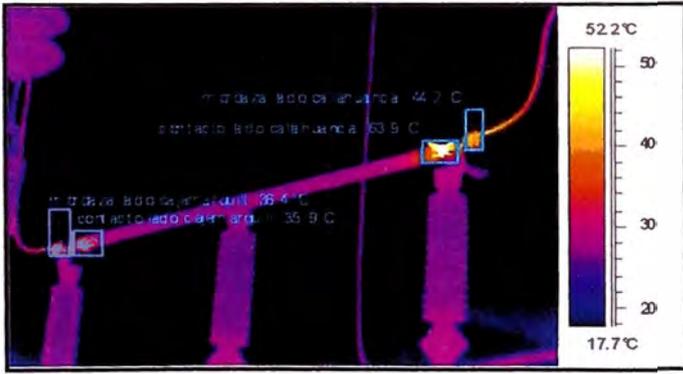
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-006/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	11/03/2002	14:10:00	11/03/2002	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - L 2009			
Componente	Fase R lado Linea y lado Cliente			
Ubicación P.C.	Contactos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	794	14:10:00	88.2	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
28	25	0.85	65%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
46	76.9	30.9	30.9	
Intervención Inmediata				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contactos	Lado Linea	57.4		
Contactos	Lado Cliente	76.9		
Comentarios				
Se interviene contacto lado Cliente el 10/03/02.				
Temperatura de referencia es el promedio de las tres fases.				

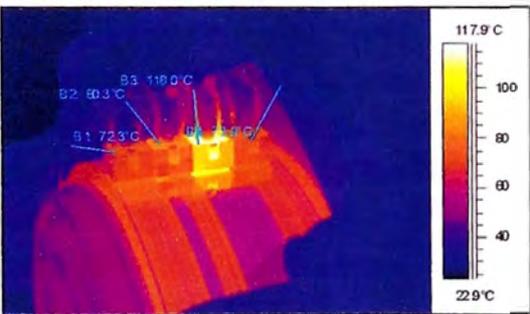
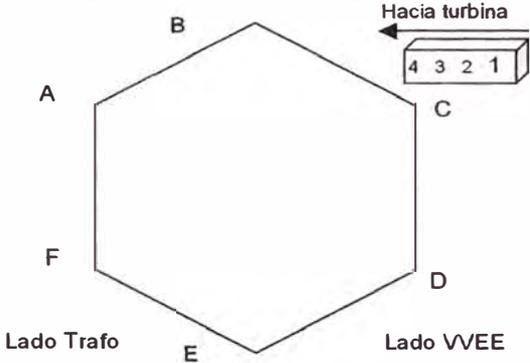
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-007/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	11/03/2002	14:10:00	11/03/2002	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - L 2009			
Componente	Fase T lado Cliente			
Ubicación P.C.	Mordaza			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	794	14:10:00	88.2	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
28	25	0.85	65%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
48	81.4	33.4	33.4	
				Intervención Inmediata
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Morzada	Lado Línea	46.3		
Morzada	Lado Cliente	81.4		
Comentarios				
Temperatura de referencia es el promedio de las tres fases.				

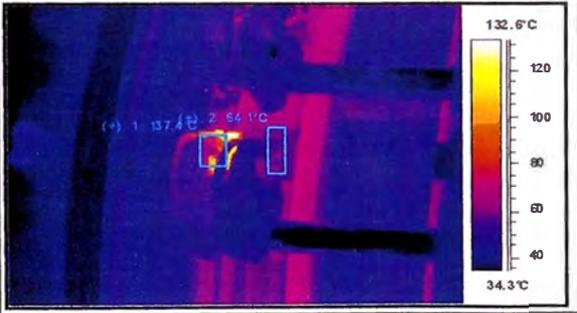
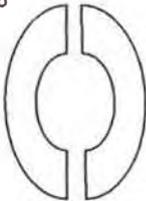
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-008/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	12/03/2002	11:45:00	13/03/2002	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra I - L 2015			
Componente	Fase R lado Linea			
Ubicación P.C.	Contactos			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	629	11:45:00	69.9	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	20	0.85	60%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
44	91.7	47.7	47.7	
Intervención Inmediata				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contactos	Lado Linea	91.7		
Mordaza	Lado Linea	45.9		
Contactos	Lado Barra	44.4		
Mordaza	Lado Barra	45.2		
Comentarios				
En menos de 30 minutos el contacto lado linea alcanzó los 91.7 °C.				

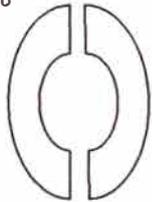
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-009/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	21/03/2002	19:00:00	22/03/2002	SET Cajamar quilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Sistema I - seccionador de barra L2015			
Componente	Fase T - mordaza			
Ubicación P.C.	Mordaza de derivación de la barra I hacia el seccionador			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	462	19:00:00	51.3	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
22	20	0.85	88%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
25	59.8	34.8	34.8	
Intervención Inmediata				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Mordaza	Fase R	25.8	Derivación a seccionador.	
Mordaza	Fase S	31.6	Derivación a seccionador.	
Mordaza	Fase T	59.8	Derivación a seccionador.	
Comentarios				
De acuerdo a los resultados se requiere programar su intervención.				

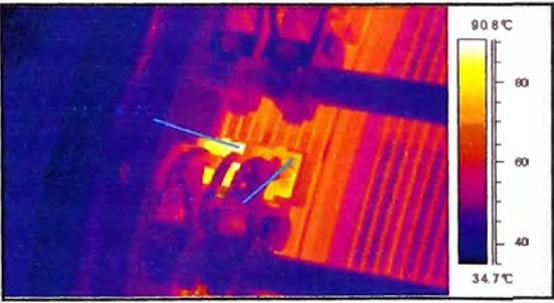
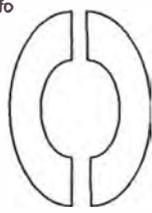
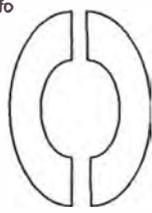
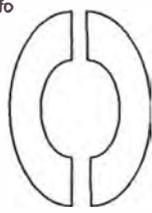
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-010/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:
L Rodriguez	27/03/2002	15:55:00	27/03/2002	
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de línea - L2009			
Componente	Fase R - contacto y mordaza			
Ubicación P.C.	contacto			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	504	15:55:00	56.0	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
23	22	0.85	70%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
30	68.7	38.7	38.7	
				Intervención inmediata
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contacto	Lado Callahuanca	68.7		
Mordaza	Lado Callahuanca	39.8		
Contacto	Lado Cajamarquilla	31.1		
Mordaza	Lado Cajamarquilla	32.5		
Comentarios				
Se requiere revisión de los contactos de las tres fases.				

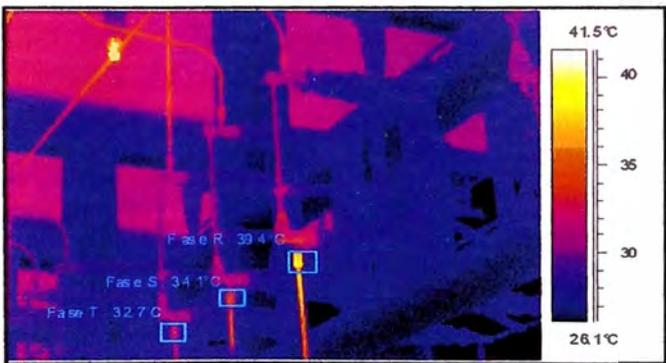
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-011/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación:
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	
L Rodriguez	27/03/2002	15:55:00	27/03/2002	SET Cajamarquilla
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de línea - L2009			
Componente	Fase S - contacto y mordaza			
Ubicación P.C.	contacto			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
900	504	15:55:00	56.0	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
23	22	0.85	70%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
30	63.9	33.9	33.9	
				Intervención Inmediata
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contacto	Lado Callahuanca	63.9		
Mordaza	Lado Callahuanca	44.2		
Contacto	Lado Cajamarquilla	35.9		
Mordaza	Lado Cajamarquilla	36.4		
Comentarios				
Se requiere revisión de los contactos de las tres fases.				

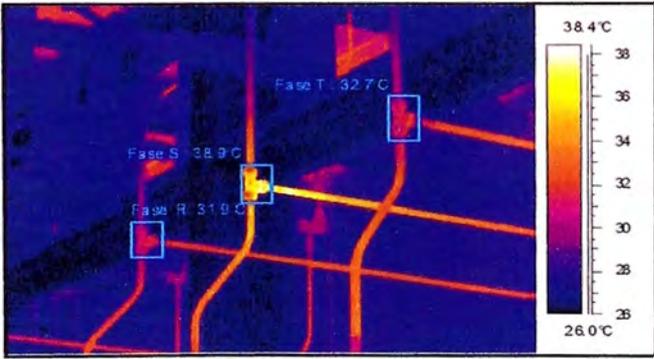
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-012/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación: C. Moyopampa
L Rodriguez	09/04/2002	09:00:00	10/04/2002	
Datos de Ubicación				
Equipo	Generador 1			
Componente	Excitatriz			
Ubicación P.C.	Carbones			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
625	490	09:00:00	78.4	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	1.5	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
72	116	44	44.0	
				Intervención Inmediata
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
B1	Carbón	72.3		
B2	Carbón	80.3		
B3	Carbón	116		
B4	Carbón	73.9		
Comentarios				
Los carbones ubicado en la tercera ubicación de los paquetes A, B, C, D, E y F, presentan alta temperatura con respecto a los otros carbones. Se comunica para su atención.				

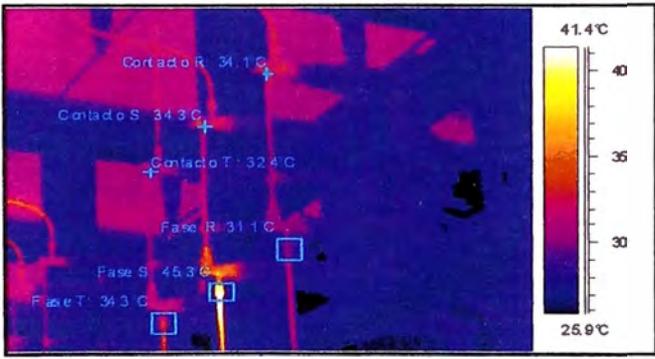
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-013/2002																								
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación: C. Moyopampa																								
Efectuado por: L Rodriguez	Fecha de Inspección: 09/04/2002	Hora de inspección: 09:00:00	Fecha de reporte: 10/04/2002																									
Datos de Ubicación																												
Equipo	Generador 1																											
Componente	Anillo positivo																											
Ubicación P.C.	Carbón																											
Capacidad del equipo																												
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)																									
625	490	09:00:00	78.4																									
Condiciones de medición																												
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)																									
27	1.5	0.85	66%																									
Valores de temperatura																												
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal																									
64	137	73	73.0																									
Intervención Inmediata																												
Imagen																												
 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Anillo (+) lado Trafo</p> <table border="0"> <tr><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>I</td><td>J</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Anillo (-) lado VVEE</p> <table border="0"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>K</td><td>L</td></tr> </table> </div> </div>					7	8	5	6	3	4	1	2			I	J	1	2	3	4	5	6	7	8			K	L
7	8																											
5	6																											
3	4																											
1	2																											
I	J																											
1	2																											
3	4																											
5	6																											
7	8																											
K	L																											
Cuadro de control																												
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción																									
Carbón 1	Anillo positivo	137																										
Carbón 2	Anillo positivo	64.1																										
Comentarios																												
La temperatura registrada en los carbones de los anillos es:																												
(-): 1: 66°C; 2: 65°C; 3: 66°C; 4: 70°C; 5: 66°C; 6: 68°C; 7: 60°C; 8: 61°C.																												
(+: 1: 113°C; 2: 62°C; 3: 61°C; 4: 66°C; 5: 63°C; 6: 63°C; 7: 68°C; 8: 68°C.																												

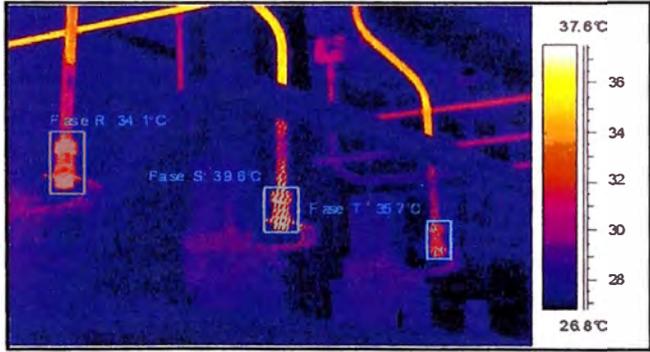
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-014/2002																								
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación: C. Moyopampa																								
Efectuado por: L Rodriguez	Fecha de Inspección: 09/04/2002	Hora de inspección: 09:00:00	Fecha de reporte: 10/04/2002																									
Datos de Ubicación																												
Equipo	Generador 2																											
Componente	Anillo positivo																											
Ubicación P.C.	Carbón																											
Capacidad del equipo																												
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)																									
625	500	09:00:00	80.0																									
Condiciones de medición																												
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)																									
27	1.5	0.85	66%																									
Valores de temperatura																												
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal																									
70	111	41	41.0																									
Intervención Inmediata																												
Imagen																												
 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Anillo (+) lado Trafo</p> <table border="0"> <tr><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>I</td><td>J</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Anillo (-) lado WVEE</p> <table border="0"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>K</td><td>L</td></tr> </table> </div> </div>					7	8	5	6	3	4	1	2			I	J	1	2	3	4	5	6	7	8			K	L
7	8																											
5	6																											
3	4																											
1	2																											
I	J																											
1	2																											
3	4																											
5	6																											
7	8																											
K	L																											
Cuadro de control																												
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción																									
Carbón 5	Anillo positivo	71.8																										
Carbón 6	Anillo positivo	111																										
Carbón 7	Anillo positivo	78.8																										
Carbón 8	Anillo positivo	87.6																										
Comentarios																												
La temperatura registrada en los carbones de los anillos es:																												
(-): 1: 70°C; 2: 73°C; 3: 70°C; 4: 78°C; 5: 76°C; 6: 79°C; 7: 77°C; 8: 79°C.																												
(+: 1: 86°C; 2: 79°C; 3: 70°C; 4: 69°C; 5: 71°C; 6: 111°C; 7: 78°C; 8: 87°C.																												

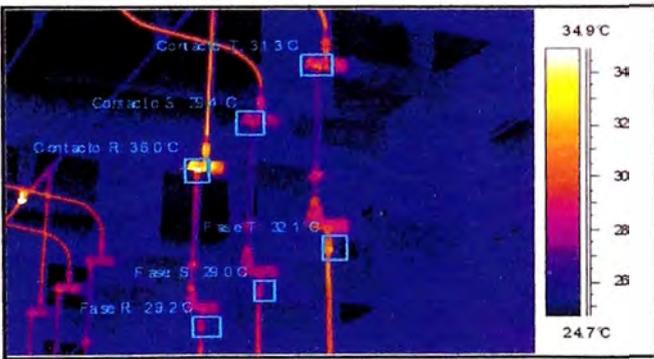
		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-015/2002																		
MANTENIMIENTO ELECTRICO																						
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:																		
L Rodriguez	09/04/2002	09:00:00	10/04/2002	C. Moyopampa																		
Datos de Ubicación																						
Equipo	Generador 3																					
Componente	Anillo positivo																					
Ubicación P.C.	Carbón																					
Capacidad del equipo																						
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)																			
625	500	09:00:00	80.0																			
Condiciones de medición																						
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)																			
27	1.5	0.85	66%																			
Valores de temperatura																						
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal																			
63	90	27	27.0																			
				Intervención Inmediata																		
Imágen																						
																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Anillo (+) lado Trafo</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">Anillo (-) lado VVEE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7 8</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1 2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3 4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5 6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 2</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7 8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">I J</td> <td></td> <td style="text-align: center;">K L</td> </tr> </table>					Anillo (+) lado Trafo		Anillo (-) lado VVEE	7 8		1 2	5 6		3 4	3 4		5 6	1 2		7 8	I J		K L
Anillo (+) lado Trafo		Anillo (-) lado VVEE																				
7 8		1 2																				
5 6		3 4																				
3 4		5 6																				
1 2		7 8																				
I J		K L																				
Cuadro de control																						
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción																			
Carbón 1	Anillo positivo	90.5																				
Carbón 2	Anillo positivo	76.2																				
Comentarios																						
La temperatura registrada en los carbonos de los anillos es:																						
(-): 1: 68°C; 2: 70°C; 3: 69°C; 4: 70°C; 5: 62°C; 6: 71°C; 7: 63°C; 8: 80°C.																						
(+: 1: 87°C; 2: 81°C; 3: 69°C; 4: 70°C; 5: 74°C; 6: 80°C; 7: 74°C; 8: 80°C.																						

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-016/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:
L Rodriguez	09/04/2002	10:20:00	10/04/2002	C. Moyopampa
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra I - Transformador 2			
Componente	Fase R			
Ubicación P.C.	Terminal de conexión.			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	213	10:20:00	35.5	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	14.8	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
32.7	39.4	6.7	13.3	
			Programar intervención < 15 días	
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Terminal de conexión	Fase R	39.4		
Terminal de conexión	Fase S	34.1		
Terminal de conexión	Fase T	32.7		
Comentarios				
Se requiere aplicar correctivos.				

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-017/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				
Efectuado por:	Fecha de Inspección:	Hora de inspección:	Fecha de reporte	Instalación:
L Rodriguez	09/04/2002	10:20:00	10/04/2002	C. Moyopampa
Datos de Ubicación				
Equipo	Derivación a Seccionadores de Barra I y II - Transformador 2			
Componente	Conector de derivación.			
Ubicación P.C.	Fase S			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	213	10:20:00	35.5	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	14.8	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
31.9	38.9	7	13.9	
				Programar Intervención < 15 días
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Conector de derivación	Fase R	31.9		
Conector de derivación	Fase S	38.9		
Conector de derivación	Fase T	32.7		
Comentarios				
El punto caliente se ubica en el conector de derivación a los seccionadores de barra I y II.				

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-018/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación: C. Moyopampa
Efectuado por: L. Rodriguez	Fecha de Inspección: 09/04/2002	Hora de inspección: 10:20:00	Fecha de reporte: 10/04/2002	
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra I - L 601			
Componente	Fase S			
Ubicación P.C.	Terminal de conexión			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	160	10:20:00	26.7	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	14.8	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
31.1	45.3	14.2	49.9	
Intervención Inmediata				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Terminal de conexión	Fase R	31.1		
Terminal de conexión	Fase S	45.3		
Terminal de conexión	Fase T	34.3		
Comentarios				
Los contactos presentan temperatura mínimas de 31 y máxima de 34. Se requiere programar los correctivos necesarios.				

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-019/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación: C. Moyopampa
Efectuado por: L Rodriguez	Fecha de Inspección: 09/04/2002	Hora de inspección: 10:20:00	Fecha de reporte 10/04/2002	
Datos de Ubicación				
Equipo	Interruptor 60 kV - Transformador 3			
Componente	Fase S			
Ubicación P.C.	Terminal de conexión			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
1000	245.9	10:20:00	24.6	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	14.8	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
34.1	39.6	5.5	22.7	
			Programar Intervención < 15 días	
Imagen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Terminal de conexión	Fase R	34.1		
Terminal de conexión	Fase S	39.6		
Terminal de conexión	Fase T	35.7		
Comentarios				
Se requiere realizar ajuste y limpieza a los terminales de conexión de los tres fases				

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		MEE-020/2002
MANTENIMIENTO ELECTRICO				Instalación: C. Moyopampa
Efectuado por: L. Rodriguez	Fecha de Inspección: 10/04/2002	Hora de inspección: 09:00:00	Fecha de reporte 10/04/2002	
Datos de Ubicación				
Equipo	Seccionador de Barra II - Transformador 2			
Componente	Fase R			
Ubicación P.C.	Contacto fijo			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
600	213	09:00:00	35.5	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
27	14.8	0.85	66%	
Valores de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C) al 50% de la carga nominal	
29	36	7	13.9	
Programar Intervención < 15 días				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Contacto fijo	Fase R	36.0		
Contacto fijo	Fase S	29.4		
Contacto fijo	Fase T	31.3		
Terminal de conexión	Fase T	32.1		
Comentarios				
Se requiere limpieza y lubricación de contactos. Asimismo se requiere ajuste de terminales de conexión.				

PROTOCOLOS DE LOS CONTROLES DE TERMOGRAFÍA - 2003



F.ME.HH.013.1 Rev: 00

Reporte de Control de Termografía

Página 1 de 1

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		F.ME.HH.037.1
DEPARTAMENTO ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Instalación: Huampani
Efectuado por: H. Montalvan	Fecha de Inspección: 11/03/2003	Hora de inspección: 15:00 hr.	Fecha de reporte: 12/03/2003	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda de Grupo 1			
Componente	Seccionador de barra			
Ubicación P.C.	Bornes del seccionador - Sistema blanco			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
430	430	16:00 hr.	100	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
24°C	3	0.85	85%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
75	101.5	26.5	26.5	
Intervención inmediata				
Imágen				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Requiere intervención <u>programada</u>				

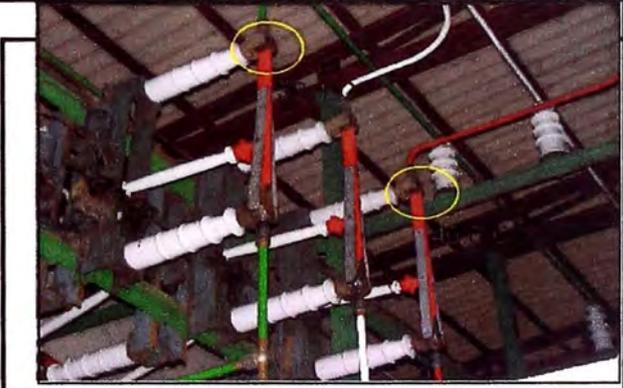


		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		F.ME.HH.037.1
DEPARTAMENTO ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Instalación: Huampani
Efectuado por: H. Montalvan	Fecha de Inspección: 11/03/2003	Hora de inspección: 15:00 hr.	Fecha de reporte: 12/03/2003	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda de Grupo 2			
Componente	Seccionador de barra			
Ubicación P.C.	Los bornes del seccionador Fase S - Sistema blanco			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
430	430	16:10 hr.	100	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
24°C	3	0.85	85%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
48.1	96.9	48.8	48.8	
Intervención inmediata				
Imagen				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Requiere intervención inmediata				

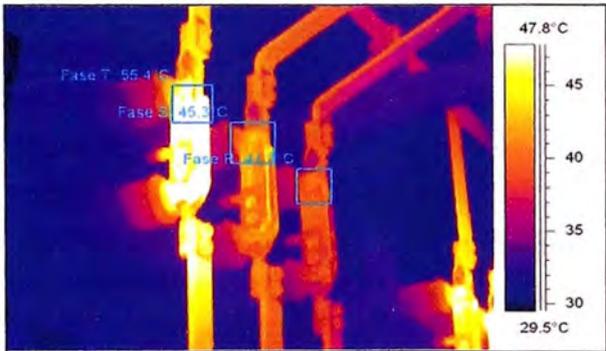


CENTRAL: CALLAHUANCA

PROTOCOLO

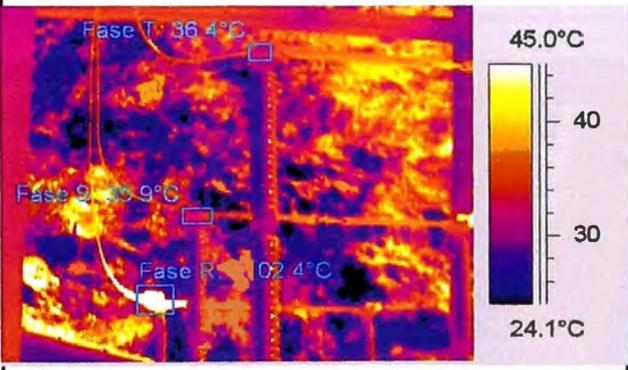
UNIDAD	CELDA 60 kV - LÍNEA 611		
EQUIPO	SECCIONADOR DE BARRA		
UBICACIÓN PUNTO CALIENTE	BORNE SUPERIOR SECCIONADOR DE BARRA - FASE T SISTEMA1		
FECHA DE CONTROL	28/04/2003	HORA DE CONTROL	02:30 p.m.
RESPONSABLE	HEINZ MONTALVAN	N° DE OT	46402
CAPACIDAD DEL EQUIPO			
Corriente nominal (A)	600	Porcentaje de Carga (%)	73.33
Corriente de tiempo real (A)	440		
CONDICIONES DE MEDICION			
Temperatura ambiente °C	26	Emisividad	0.85
Distancia al objetivo (m)	4	Humedad relativa (%)	65
VALORES DE TEMPERATURA (°C)			
Temperatura de referencia	40.6	Calentamiento del equipo	12.8
Temperatura del punto caliente	53.4	Calentamiento normalizado	12.8
Tipo de intervención	Programar intervención < 15 días		
			
OBSERVACIONES :			

Fecha de aprobación: 25/04/03

		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		F.ME.HH.037.1
DEPARTAMENTO ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Instalación: Huampani
Efectuado por: H. Montalvan	Fecha de Inspección: 11/03/2003	Hora de inspección: 15:00 hr.	Fecha de reporte: 12/03/2003	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda de Trafo 1 10/60 kV			
Componente	Seccionador de barra			
Ubicación P.C.	Los bornes del seccionador Fase T - Sistema negro			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
130	130	16:20	100	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
24°C	3	0.85	85%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
41.3	55.4	14.1	14.1	
Programa de Intervención 15 días				
Imágen				
				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Después de ser intervenido el punto caliente, se realizó un control de temperatura el día 16 de abril, encontrándose temperaturas de 37, 39 y 38.5 °C en los bornes R, S y T respectivamente en los seccionadores de barra de la celda trafo G1; queda normalizada la instalación.				

CENTRAL: CALLAHUANCA

PROTOCOLO

UNIDAD	PATIO DE LLAVES - LÍNEA 716		
EQUIPO	SECCIONADOR DE BARRA		
UBICACIÓN PUNTO CALIENTE	BORNE SECCIONADOR DE BARRA - FASE R		
FECHA DE CONTROL	28/04/2003	HORA DE CONTROL	12:30 p.m.
RESPONSABLE	HEINZ MONTALVAN	N° DE OT	46402
CAPACIDAD DEL EQUIPO			
Corriente nominal (A)	1175	Porcentaje de Carga (%)	40.43
Corriente de tiempo real (A)	475		
CONDICIONES DE MEDICION			
Temperatura ambiente °C	25	Emisividad	0.85
Distancia al objetivo (m)	6	Humedad relativa (%)	65
VALORES DE TEMPERATURA (°C)			
Temperatura de referencia	35.3	Calentamiento del equipo	67.7
Temperatura del punto caliente	103	Calentamiento normalizado	103.57
Tipo de intervención	Intervención inmediata		
			
OBSERVACIONES :			
Después de ser intervenido el punto caliente, se realizó un control de temperatura el día 23 de mayo, detectándose temperaturas de 39, 45 y 38 °C en los bornes R, S y T respectivamente de los seccionadores de barra de la línea 716; por tanto queda normalizada la instalación.			



CENTRAL: MATUCANA

PROTOCOLO

UNIDAD	GRUPO 1		
EQUIPO	SECCIONADOR LADO TRANSFORMADOR 12.5/220 KV		
UBICACIÓN PUNTO CALIENTE	BORNES SUPERIOR E INFERIOR DEL SECCIONADOR , FASES R - T		
FECHA DE CONTROL	22/05/2003	HORA DE CONTROL	06:20 p.m.
RESPONSABLE	HEINZ MONTALVAN	N° DE OT	51411
CAPACIDAD DEL EQUIPO			
Corriente nominal (A)	4000	Porcentaje de Carga (%)	82.5
Corriente de tiempo real (A)	3300		
CONDICIONES DE MEDICION			
Temperatura ambiente °C	23	Emisividad	0.85
Distancia al objetivo (m)	1.5	Humedad relativa (%)	65
VALORES DE TEMPERATURA (°C)			
Temperatura de referencia	61.5	Calentamiento del equipo	14.9
Temperatura del punto caliente	76.4	Calentamiento normalizado	14.9
Tipo de intervención	Programar intervención < 15 días		
OBSERVACIONES :			
El 29 de Mayo se atendieron los puntos calientes con la OT:54521.			
Se realizó un control de temperatura el día 23 de Julio, detectándose temperaturas de 47 y 45.9 °C en los puntos calientes intervenidos, por tanto queda normalizada la instalación.			



		INSPECCION DE TERMOGRAFIA REPORTE DE PUNTOS CALIENTES		F.ME.HH.037.1
DEPARTAMENTO ELÉCTRICO UNIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS				Instalación: Moyopampa
Efectuado por: H. Montalvan	Fecha de Inspección: 13/02/2003	Hora de inspección: 15:30 hr.	Fecha de reporte: 14/02/2003	
Datos de Ubicación				
Equipo	Celda de la Línea L-606			
Componente	Seccionador de barra			
Ubicación P.C.	Lado barra - Sistema de barra 2			
Capacidad del equipo				
Corriente Nominal (A)	Corriente tiempo real (A)	Hora de control	Porcentaje de carga (%)	
500	255	15:30 hr.	51	
Condiciones de medición				
Temperatura ambiente (°C)	Distancia del objetivo (m)	Emisividad	Humedad relativa (%)	
22°C	5	0.85	85%	
Valore de temperatura				
Temperatura de referencia (°C)	Temperatura del punto caliente (°C)	Calentamiento del componente (°C)	Calentamiento normalizado (°C)	
32	78.4	46.4	46.4	
Intervención Inmediata				
Imagen				
Cuadro de control				
Puntos	Ubicación	Temperatura (°C)	Descripción	
Comentarios				
Después del montaje de nuevos seccionadores en la celda de la línea 606, se realizó un control de temperatura el día 28 de mayo, encontrándose temperaturas de 30, 29, 29.5 °C en los bornes de las fases R, S y T respectivamente de los seccionadores, queda normalizada la instalación.				

PROTOCOLOS DE LOS CONTROLES DE TERMOGRAFÍA - 2004



F.ME.HH.013.2

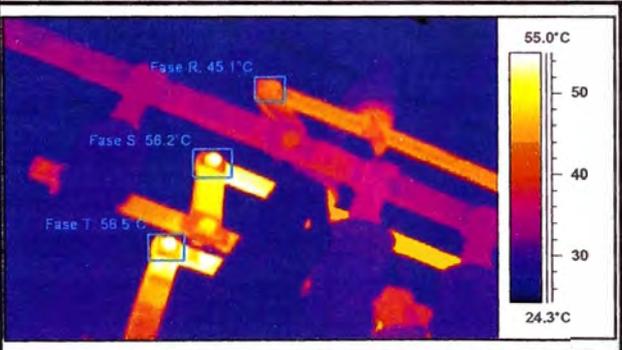
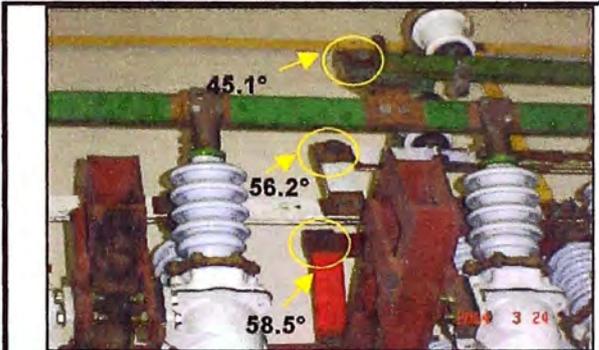
Rev: 02

Reporte de control de termografía

Pagina 1de1

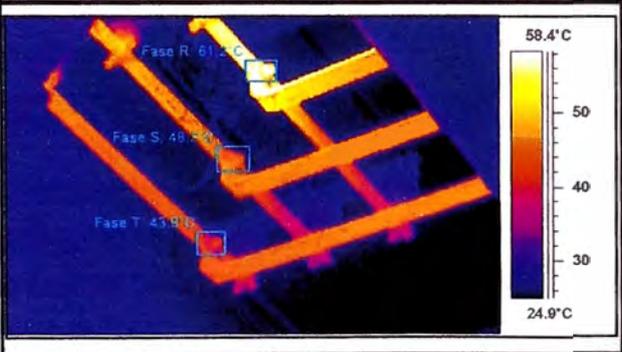
CENTRAL: CALLAHUANCA

PROTOCOLO

UNIDAD	TRANSFORMADOR G1		
EQUIPO	BARRA COLECTORAS SUPERIORES		
UBICACIÓN PUNTO CALIENTE	FASES S - T		
FECHA DE CONTROL	24/03/2004	HORA DE CONTROL	10:00 a.m.
RESPONSABLE	HEINZ MONTALVAN	N° DE OT	69315
CAPACIDAD DEL EQUIPO			
Corriente nominal (A)	120	Porcentaje de Carga (%)	91.67
Corriente de tiempo real (A)	110		
CONDICIONES DE MEDICION			
Temperatura ambiente °C	22	Emisividad	0.85
Distancia al objetivo (m)	4	Humedad relativa (%)	65
VALORES DE TEMPERATURA (°C)			
Temperatura de referencia	45.1	Calentamiento del equipo	13.4
Temperatura del punto caliente	58.5	Calentamiento normalizado	13.40
Tipo de intervención	Programar intervención < 15 días		
 			
OBSERVACIONES :			
Se atendió el 21 de Abril con OT: 80929			
Después de ser intervenido el punto caliente, se realizó un control de temperatura el día 26/04/04, detectándose temperaturas de 45.4, 44.5 y 45 °C en los bornes R, S y T respectivamente, por tanto queda normalizada la instalación.			
Hora: 14:00h			
Corriente: 123.22 A			

CENTRAL: CALLAHUANCA

PROTOCOLO

UNIDAD	TRANSFORMADOR G3		
EQUIPO	BARRA LADO BAJO TRANSFORMADOR G3		
UBICACIÓN PUNTO CALIENTE	FASE R		
FECHA DE CONTROL	24/03/2004	HORA DE CONTROL	10.30 am
RESPONSABLE	HEINZ MONTALVAN	N° DE OT	69347
CAPACIDAD DEL EQUIPO			
Corriente nominal (A)	120	Porcentaje de Carga (%)	95.83
Corriente de tiempo real (A)	115		
CONDICIONES DE MEDICION			
Temperatura ambiente °C	22	Emisividad	0.85
Distancia al objetivo (m)	4	Humedad relativa (%)	65
VALORES DE TEMPERATURA (°C)			
Temperatura de referencia	43.8	Calentamiento del equipo	17.4
Temperatura del punto caliente	61.2	Calentamiento normalizado	17.40
Tipo de intervención	Programar intervención < 15 días		
 			
OBSERVACIONES :			
Se atendió el 21 de Abril con OT: 81079			
Después de ser intervenido el punto caliente, se realizó un control de temperatura el día 26/04/04,			
detectándose temperaturas de 39, 42 y 39.4 °C en los bornes R, S y T respectivamente,			
queda normalizada la instalación.			
Hora: 14:15h			
Corriente: 100 A			

CENTRAL: CALLAHUANCA

PROTOCOLO

UNIDAD	TRANSFORMADOR G3		
EQUIPO	BOTELLA TERMINAL DEL CABLE DE POTENCIA N°5 (Contando desde la pared)		
UBICACIÓN PUNTO CALIENTE	BORNES FASES S - T		
FECHA DE CONTROL	24/03/2004	HORA DE CONTROL	10:30 a.m.
RESPONSABLE	HEINZ MONTALVAN	N° DE OT	69347

CAPACIDAD DEL EQUIPO

Corriente nominal (A)	120	Porcentaje de Carga (%)	95.83
Corriente de tiempo real (A)	115		

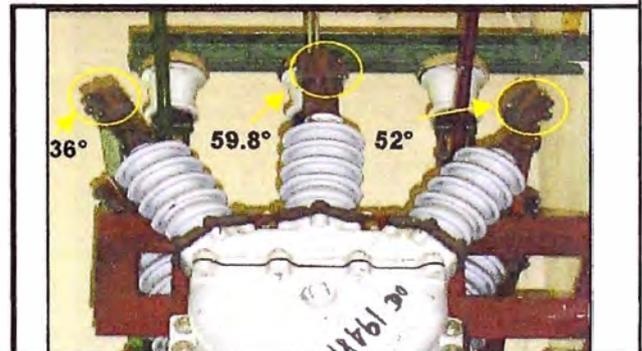
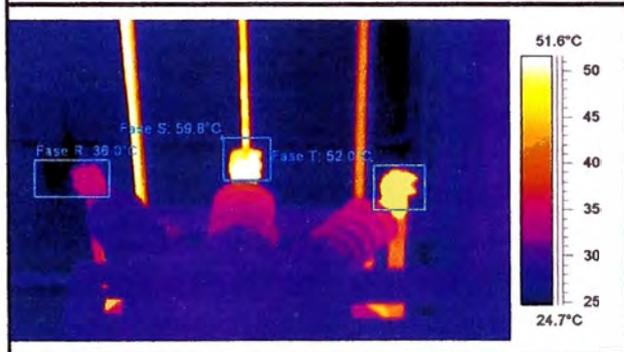
CONDICIONES DE MEDICION

Temperatura ambiente °C	22	Emisividad	0.85
Distancia al objetivo (m)	4	Humedad relativa (%)	65

VALORES DE TEMPERATURA (°C)

Temperatura de referencia	36	Calentamiento del equipo	23.8
Temperatura del punto caliente	59.8	Calentamiento normalizado	23.80

Tipo de intervención	Programar intervención < 15 días
----------------------	----------------------------------



OBSERVACIONES :

Se atendió el 21 de Abril con OT: 80929

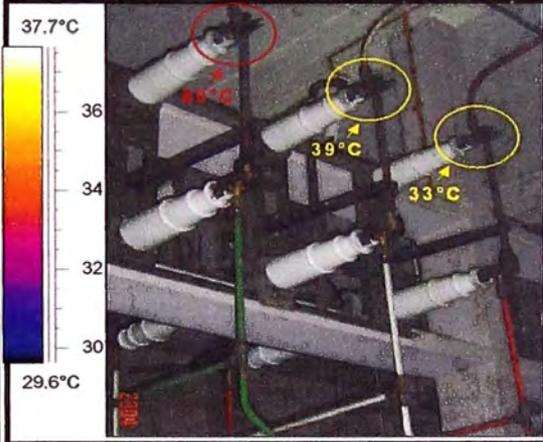
Después de ser intervenido el punto caliente, se realizó un control de temperatura el día 26/04/04, detectándose temperaturas de 36.1, 43.7 y 44 °C en los bornes R, S y T respectivamente, se mantiene una diferencia, pero que no supera el estandar <9.9°C, se medirá en próximo control.

Hora: 14:30h

Corriente: 100 A

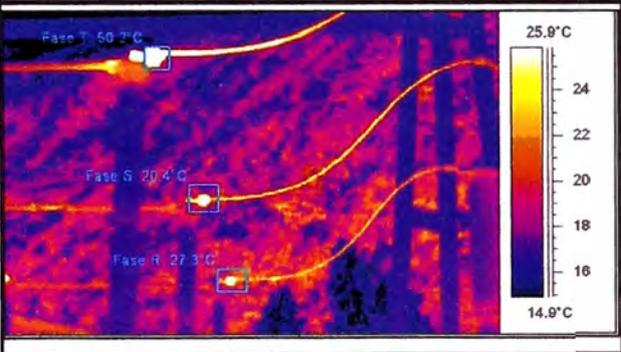
CENTRAL: MOYOPAMPA

PROTOCOLO

UNIDAD	CELDA LÍNEA 6011		
EQUIPO	SECCIONADOR		
UBICACIÓN PUNTO CALIENTE	SECCIONADOR DE BARRA FASE "R" DEL SISTEMA 2		
FECHA DE CONTROL	15/03/2004	HORA DE CONTROL	19:15h
RESPONSABLE	H. MONTALVAN	N° DE OT	78006
CAPACIDAD DEL EQUIPO			
Corriente nominal (A)	600	Porcentaje de Carga (%)	45.00
Corriente de tiempo real (A)	270		
CONDICIONES DE MEDICION			
Temperatura ambiente °C	25	Emisividad	0.85
Distancia al objetivo (m)	4	Humedad relativa (%)	65
VALORES DE TEMPERATURA (°C)			
Temperatura de referencia	33	Calentamiento del equipo	47
Temperatura del punto caliente	80	Calentamiento normalizado	58.02
Tipo de intervención	Intervención inmediata		
 			
OBSERVACIONES :			
Se atendió el 19 de Marzo con OT: 78006			
Después de ser intervenido el punto caliente, se realizó un control de temperatura el día 26/04/04, detectándose temperaturas de 31.5, 31.2 y 30.4 °C en los bornes R, S y T respectivamente de los seccionadores de barra 2 de la línea 6011; por tanto queda normalizada la instalación.			
Hora: 11:30am			
Corriente: 200 A			

CENTRAL: CALLAHUANCA

PROTOCOLO

UNIDAD	PATIO DE LLAVES - LÍNEA 2716		
EQUIPO	SECCIONADOR DE BARRA		
UBICACIÓN PUNTO CALIENTE	BORNE SECCIONADOR DE BARRA - FASE T L(Lado Interruptor)		
FECHA DE CONTROL	25/02/2004	HORA DE CONTROL	05:00 p.m.
RESPONSABLE	HEINZ MONTALVAN	N° DE OT	76348
CAPACIDAD DEL EQUIPO			
Corriente nominal (A)	1175	Porcentaje de Carga (%)	59.57
Corriente de tiempo real (A)	700		
CONDICIONES DE MEDICION			
Temperatura ambiente °C	20	Emisividad	0.85
Distancia al objetivo (m)	8	Humedad relativa (%)	65
VALORES DE TEMPERATURA (°C)			
Temperatura de referencia	20.4	Calentamiento del equipo	29.8
Temperatura del punto caliente	50.2	Calentamiento normalizado	29.80
Tipo de intervención	Intervención inmediata		
 			
OBSERVACIONES :			
Se controlará temperatura despues de su intervención			
Se atendió el 28 de febrero con OT: 76348			
Después de ser intervenido el punto caliente, se realizó un control de temperatura el día 01/03/04, detectándose temperaturas de 31.2, 31.7 y 30.7 °C en los bornes R, S y T respectivamente de los seccionadores de barra de la línea 2716; por tanto queda normalizada la instalación.			
Hora: 16:35			
Corriente: 750 A			

ANEXO D

COSTO MARGINAL PROMEDIO DESDE 1999 AL 2004

COSTO MARGINAL (US\$ / MWh)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	17.611	12.874	7.572	19.990	13.107	51.202
Febrero	12.746	15.187	13.644	16.875	16.395	36.600
Marzo	6.965	18.156	18.266	15.937	21.632	32.522
Abril	5.935	7.882	7.302	10.343	11.140	54.495
Mayo	8.604	5.809	9.471	23.305	20.338	108.504
Junio	12.964	15.611	23.556	31.500	43.233	99.394
Julio	14.254	31.758	39.176	33.565	57.356	97.570
Agosto	21.840	37.132	41.134	51.207	64.627	111.605
Septiembre	20.046	37.007	36.865	51.226	61.293	112.387
Octubre	19.856	37.443	29.019	35.167	58.066	64.058
Noviembre	33.637	29.328	20.140	18.927	65.887	23.935
Diciembre	16.850	10.679	17.124	18.176	24.030	31.451
Cmg prom	15.942	21.572	21.939	27.185	38.092	68.644

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Infared Training Center, "Manual de Curso – Nivel I", North Billerica USA, Publ No 1 560 093_C 2003.
- [2] Grupo Endesa, "Método de medidas de termografía en Líneas Aéreas de AT y MT", Endesa – España, 1ra Edición, Mayo 1998.
- [3] División Electrónica AGA S.A, "Termografía: Principios y aplicaciones", USA, 1984
- [4] Agema Infrared Systems Thermovisión 550, "Manual de Operación", USA, 1996.
- [5] Agema Infrared Irwin OLE 1.01, "Manual de Operación", USA, 1996.
- [6] Raytek Noncontact Temperature Measurement, "Manual de Operación RAYNGER 3i SERIES", USA, 1998.
- [7] Asociación Peruana de Mantenimiento e Ingeniería, "Nuevas tecnologías y tendencias en la gestión del Mantenimiento", Lima – Perú, 2001.
- [8] Asociación Peruana de Mantenimiento e Ingeniería, "Mantenimiento centrado en la confiabilidad", Lima – Perú, 2002.