



“Calentamiento en los devanados de transformador potencia 120x13.2 kv por falla en sistema de recirculación de aceite de enfriamiento de aceite.”



Pedro Alexander Campos Martínez
Infrared Thermographer Level II ITC
Jefe de Operación
CH 15 de Septiembre.
pcampos@cel.gob.sv
Noviembre de 2012



Introducción

En el mes de enero de 2011 se realizó la sustitución del transformador de potencia de la unidad 1 de la Central Hidroeléctrica Cerrón Grande por uno de respaldo de menor capacidad (62.5 MVA) con el objetivo de reducir el tiempo de indisponibilidad de la unidad generadora mientras se gestionaba la reparación definitiva del transformador principal (100 MVA) que había presentado falla .

Durante la instalación y puesta en operación del transformador de respaldo se observó incremento en las temperaturas del devanado y aceite por lo que fue restringida su operación en cuanto a la potencia activa y reactiva.

Durante el mes de febrero y principios del mes de marzo se mantuvo monitoreo de temperatura, se mejoró el sistema de ventilación y se instaló un intercambiador externo pero la condición continuó igual.

Durante el mismo período se realizaron inspecciones termográficas para incluir mayores elementos para el análisis del problema de calentamiento del transformador. En el presente informe se detallan las actividades realizadas y se incluyen mediciones realizadas, por último se mencionan las conclusiones sobre los trabajos realizados y el aporte de la Termografía en la solución del problema.

Características técnicas de la cámara utilizada para la termografía.

FLIR T200



FLIR T200

Imaging and optical data

Field of view (FOV) / Minimum focus distance 25° × 19° / 0.4 m (1.31 ft.)

Spatial resolution (IFOV) 1.82 mrad

Thermal sensitivity/NETD < 0.1°C @ +30°C (+86°F) / 100 mK

Image frequency 9 Hz

Spectral range Uncooled microbolometer / 7.5–13 μm

IR resolution 200 × 150 pixels

Measurement

Object temperature range -20°C to +120°C, 0°C to +350°C

Accuracy ±2°C (±3.6°F) or ±2% of reading

Introducción



En la fotografía anterior se muestra el transformador Westinghouse 120/13.2 KV, Capacidad nominal 62.5 MVA, tres fases, $Z= 7.90\%$ El sistema de enfriamiento se compone de 12 enfriadores aceite aire. En los enfriadores del lado derecho se observó anomalía térmica. El diseño del transformado incluye 2 bombas centrífugas para realizar la recirculación de aceite a través de los enfriadores los cuales son enfriados por aire mediante ventiladores.



Los 6 enfriadores del lado derecho (considerando la dirección de flujo agua turbinada como se muestra en la fotografía anterior) presentaron incremento de temperatura considerando la temperatura de los enfriadores del lado izquierdo.

La misma situación se observó en las temperaturas de los motores de las bombas, las cuales se corresponden con cada grupo de enfriadores.

Desarrollo de los trabajos

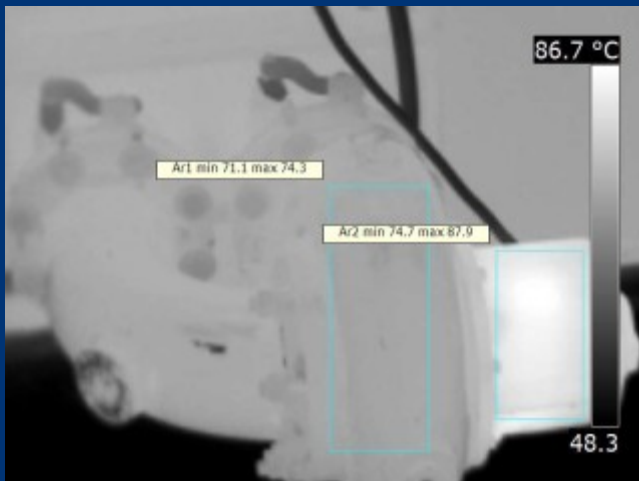
A continuación se presentan las imagen tomadas y se detalla en cada una de ellas lo observado.



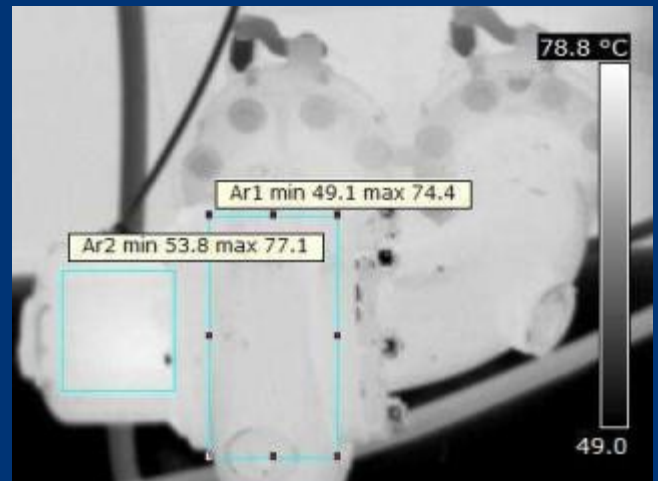
Visto desde arriba. Delta T de 15 ° superior en los enfriadores del lado derecho.



Vista lateral Delta T de 14 ° Superior en los enfriadores del lado derecho.



Bomba izquierda presenta el motor con temperatura de 87 °C , la temperatura sobre el área sobre la tubería de descarga se registra en 74°C



Bomba derecha presenta el motor con temperatura de 77 °C , la temperatura sobre el área sobre la tubería de descarga se registra en 74°C

En vista de los resultados de la Termografía se decide indisponer la unidad para realizar al revisión de la bomba derecha ya que la temperatura del motor indica que esta bomba no esta trabajando y se sospecha problemas con el impulsor.

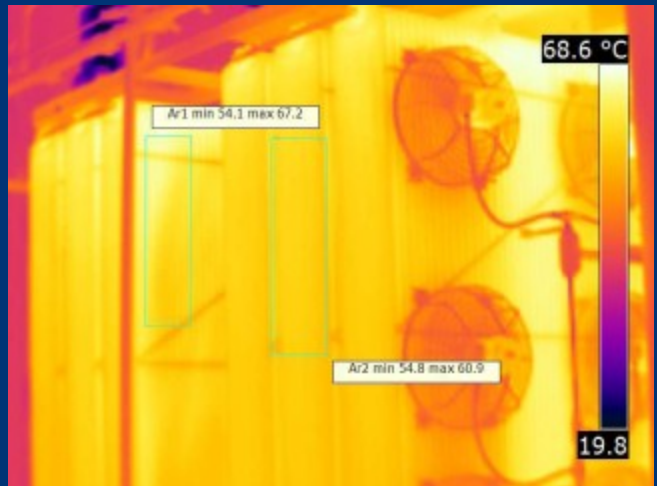
Se realizo la desmontaje del bomba derecha para su inspección en la cual no se encontraron problemas con el impulsor. Pero se identifico que el sentido de giro de dicha bomba no era el correcto y por tanto no estaba impulsando el aceite.



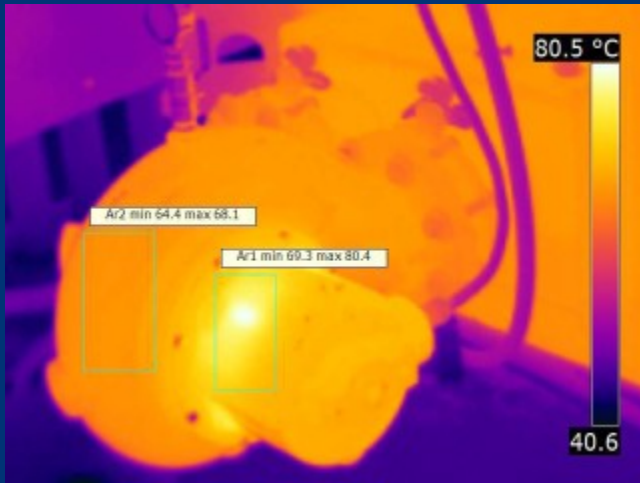
Imágenes termográficas tomadas posterior a la revisión de la bomba derecha.



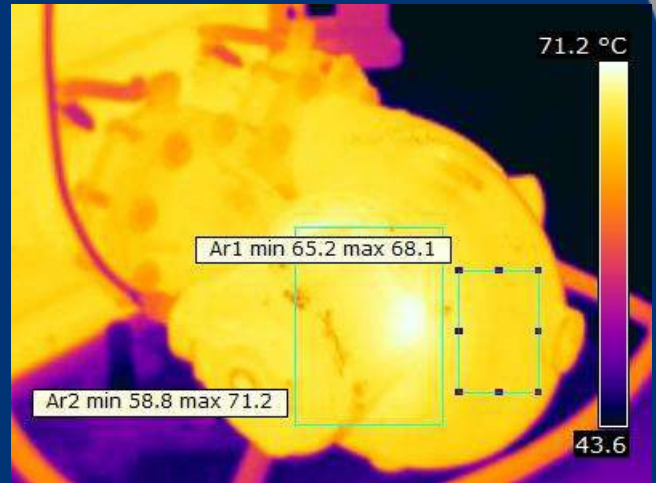
Visto desde arriba. Delta T de 0.6 ° C Superior en los enfriadores del lado derecho.



Vista lateral Delta T de 7 ° C Superior en los enfriadores del lado derecho.

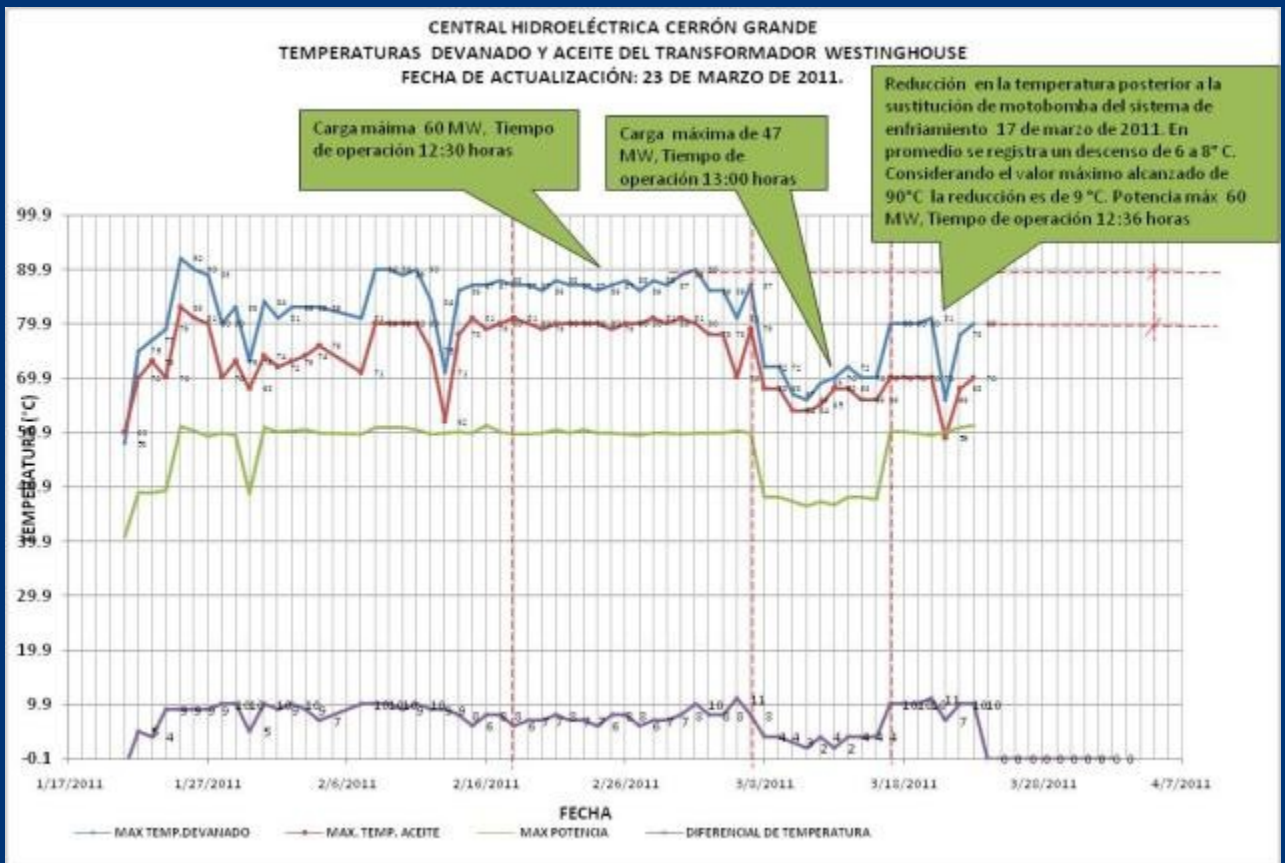


Bomba izquierda se mantiene en condiciones similares con un descenso en la temperatura en el motor de 7°C , la temperatura sobre el área de la tubería de descarga se registra en 68°C

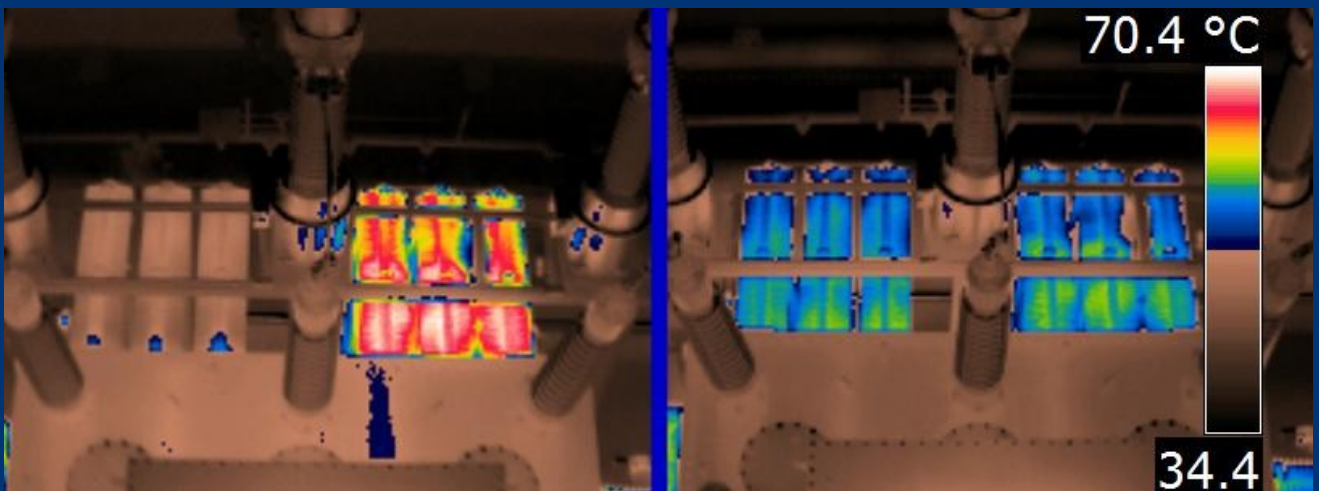


Bomba derecha disminuye su temperatura sobre el motor a 71 °C y la temperatura sobre el área de la tubería de descarga se registra en 68°C

En la grafica siguiente se muestran las temperaturas registradas en el devanado y aceite del transformador. Se aprecia reducción en las temperaturas posterior a la revisión del la bomba derecha.

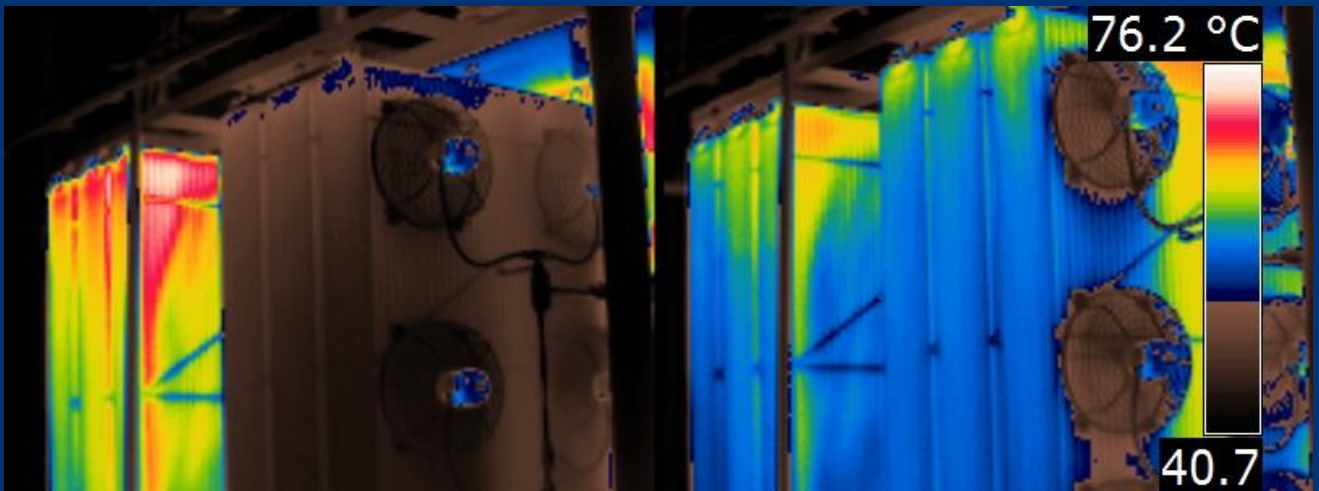


Imágenes Comparativas Antes - Después



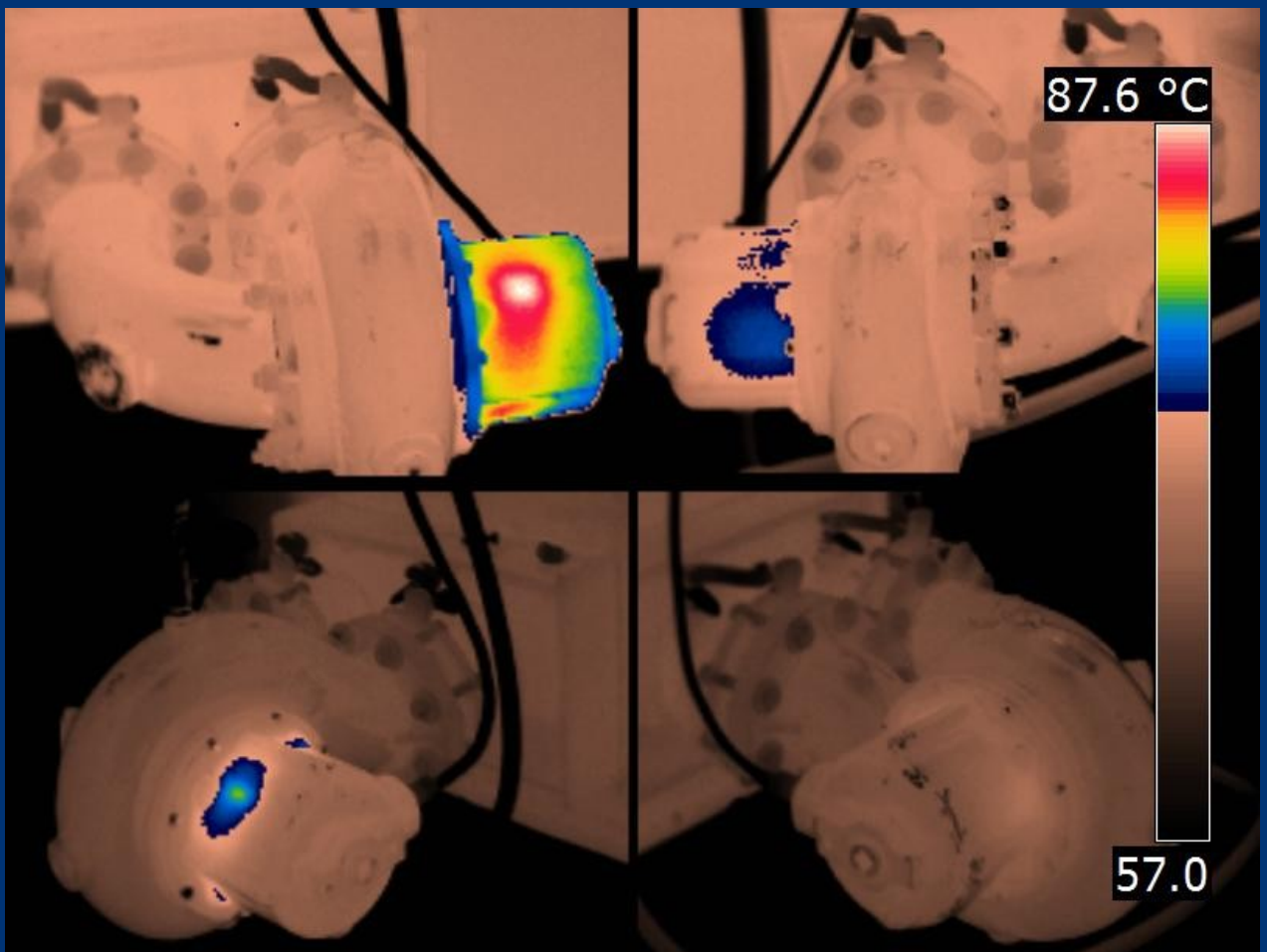


Imágenes Comparativas Antes - Después





Imágenes Comparativas Antes - Después



Conclusiones

La información y los datos registrados mediante la Termografía durante el problema de calentamiento en el transformador de 62.5 MVA hicieron posible incluir información importante para el análisis y determinación de la causa del calentamiento y poder realizar las acciones necesarias para garantizar la confiabilidad de en el funcionamiento del transformador.

Considerando las condiciones propias del sistema de potencia de El Salvador el no contar con un potencia de 62.5 MVA durante los meses de verano e invierno implicaría perdidas millonarias en generación. Esta consideración se hace sobre la base que la reparación definitiva del transformador principal demoro alrededor de 6 meses por el proceso mismo de contratación, la fabricación y importación de repuestos y el proceso mismo de la reparación.

Posterior a la reparación del sistema de enfriamiento el transformador Westinghouse opero en condiciones normales de operación, entregando su potencia nominal hasta que el transformador nuevo fue instalado.

En este caso en particular la Termografía sirvió de manera significativa para solventar el problema de calentamiento y se destacar la visión CEL para invertir en capacitación y adquisición de los equipos (Cámaras termográficas) necesarios para realizar las inspecciones termográficas enfocadas en la prevención de fallas mayores.