

## Análisis de Fallas y Recuperación de Generadores Hidráulicos de Gran Escala: Métodos Avanzados de Diagnóstico y Estrategias de Mantenimiento Predictivo y Correctivo

Eduardo Vargas Castillo  
Celsia Colombia S.A. E.S.P.  
Calle 15 No. 29B – 30 Autopista Cali - Yumbo  
E-mail: [evargasc@celsia.com](mailto:evargasc@celsia.com)  
Yumbo – Colombia

Jorge Armando Plazas Martinez  
Celsia Colombia S.A. E.S.P.  
Calle 15 No. 29B – 30 Autopista Cali - Yumbo  
E-mail: [japlazas@celsia.com](mailto:japlazas@celsia.com)  
Yumbo – Colombia

Ruben Dario Jaimes Mateus  
Celsia Colombia S.A. E.S.P.  
Calle 15 No. 29B – 30 Autopista Cali - Yumbo  
E-mail: [rjjaimes@celsia.com](mailto:rjjaimes@celsia.com)  
Yumbo – Colombia

Ruben Dario Aponte Nuñez  
Celsia Colombia S.A. E.S.P.  
Calle 15 No. 29B – 30 Autopista Cali - Yumbo  
E-mail: [raponte@celsia.com](mailto:raponte@celsia.com)  
Yumbo – Colombia

Pedro Wirley Castro Fori  
Celsia Colombia S.A. E.S.P.  
Calle 15 No. 29B – 30 Autopista Cali - Yumbo  
E-mail: [pwcastro@celsia.com](mailto:pwcastro@celsia.com)  
Yumbo – Colombia

### Resumen

Este artículo ofrece una visión integral del análisis de fallas en generadores hidráulicos de gran escala, enfocándose en técnicas avanzadas de diagnóstico y mejoras en el mantenimiento predictivo. Se exploran métodos modernos para la identificación temprana de fallas y se destaca la importancia de un equipo de mantenimiento de alto rendimiento en la implementación efectiva de estas técnicas. A través de estudios de caso exitosos, se ilustra cómo la colaboración y la capacitación especializada del equipo de mantenimiento permitieron recuperar generadores, reducir tiempos de inactividad, disminuir costos por lucro cesante y prolongar la vida útil de los equipos. Los resultados obtenidos

resaltan cómo una estrategia proactiva y bien ejecutada en el mantenimiento predictivo, respaldada por un equipo competente, maximiza la fiabilidad y eficiencia operativa de los generadores hidráulicos.

### Introducción

Los generadores hidráulicos de gran escala (diámetros superiores a 5 m y potencia por encima de 15 MVA) son componentes esenciales en la generación de energía renovable, aportando estabilidad al sistema eléctrico y reduciendo la dependencia de fuentes de energía no renovables[1][2]. Sin embargo, la exposición a condiciones operativas exigentes y eventos

inesperados puede derivar en fallas severas que comprometen su confiabilidad y disponibilidad. Estas situaciones representan un desafío técnico y financiero para las empresas operadoras, que buscan minimizar el tiempo de inactividad y las pérdidas económicas asociadas.

El presente trabajo ofrece una visión integral del análisis de fallas en generadores hidráulicos de Celsia Colombia S.A. E.S.P. (Celsia), incorporando metodologías avanzadas de diagnóstico, mantenimiento predictivo y correctivo. Entre las herramientas empleadas y factores claves de éxito se destacan:

- Análisis de Causa Raíz (ACR) para identificar el origen de las fallas y establecer planes de acción efectivos[3].
- Ensayos eléctricos para diagnóstico de generadores y termografías, utilizadas para evaluar la reparación de daños críticos en componentes como el núcleo del estator[4].
- Planeación por frentes de trabajo, una estrategia que optimiza la ejecución de actividades de mantenimiento por parte de un equipo de mantenimiento de alto rendimiento, minimizando contratiempos y asegurando el cumplimiento de estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad[5].
- Conocimiento técnico adquirido por el personal de la empresa y el aseguramiento de la transferencia del mismo.

Mediante el análisis de casos de estudio, se demuestra cómo estas metodologías han permitido recuperar generadores que en algunos casos se consideraban como pérdida total, logrando niveles de operación satisfactorios que garantizan su reintegración al sistema eléctrico; mientras se realiza el proceso de fabricación del nuevo generador, disminuyendo así las pérdidas por lucro cesante, con un beneficio tanto para la compañía

como para los aseguradores. Además, se destacará la importancia de un equipo de mantenimiento de alto rendimiento en la ejecución de estas estrategias, promoviendo la transferencia de conocimiento y el desarrollo de competencias técnicas.

El objetivo principal de este trabajo es compartir experiencias prácticas y lecciones aprendidas que contribuyan a la mejora de la gestión de activos en el sector energético, consolidando un enfoque proactivo para maximizar la eficiencia operativa y prolongar la vida útil de los generadores hidráulicos.

### **Enfoques en el equipo de Mantenimiento de Alto Rendimiento**

La recuperación y el mantenimiento de generadores hidráulicos de gran escala requieren un enfoque estructurado y la participación de equipos altamente calificados[5]. En este sentido, la conformación de un equipo de mantenimiento de alto rendimiento resulta fundamental para garantizar la ejecución eficiente de estrategias avanzadas de diagnóstico y reparación.

Los equipos de mantenimiento de alto rendimiento se distinguen por incorporar:

- Planeación y coordinación estratégica: La planificación de actividades se realiza mediante reuniones previas que alinean los objetivos operativos con los recursos disponibles, estableciendo cronogramas detallados y controles operacionales que minimizan riesgos y tiempos de inactividad.
- Capacitación y especialización continua: La capacitación del personal en técnicas avanzadas como el ACR y el uso de ensayos eléctricos y técnicas predictivas como las termografías, permite abordar problemas complejos con mayor eficacia.

- Cultura de mejora continua y sostenibilidad: La implementación de sistemas de gestión como el ciclo PHVA asegura que cada intervención no solo cumpla con los estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad, sino que también contribuya a la optimización de procesos futuros.

El trabajo colaborativo y la distribución de roles definidos como líderes de mantenimiento, profesionales responsables de las distintas áreas técnicas y demás como riesgos y seguros, profesionales en formación y personal de logística, garantizan un enfoque integral, capaz de enfrentar desafíos técnicos y operativos complejos. Este modelo ha demostrado su eficacia en la reducción de tiempos de parada y en la mejora de la confiabilidad de los activos.

### **Métodos de Diagnóstico de Fallas**

La identificación precisa de fallas en generadores hidráulicos es esencial para garantizar la confiabilidad operativa de las unidades de generación. En Celsia, se ha desarrollado una metodología estructurada para el diagnóstico de fallas y la evaluación posterior a la ejecución de un mantenimiento correctivo. Este enfoque permite reducir los tiempos de inactividad y asegurar que las unidades cumplan con los estándares de operatividad antes de su reintegración al sistema. Un factor clave en este proceso es la formación transversal de un equipo de expertos, compuesto por especialistas de Celsia, académicos y fabricantes, según el caso específico. Esta colaboración se potencia gracias a la sólida relación que se mantiene con cada uno de estos actores, lo que asegura el intercambio de conocimientos y la incorporación de las mejores prácticas en el diagnóstico y mantenimiento de los generadores.

El diagnóstico de fallas en los generadores sigue un proceso de siete pasos como se muestra en la

Figura 1, diseñado para analizar las causas subyacentes del problema y definir las acciones correctivas necesarias.

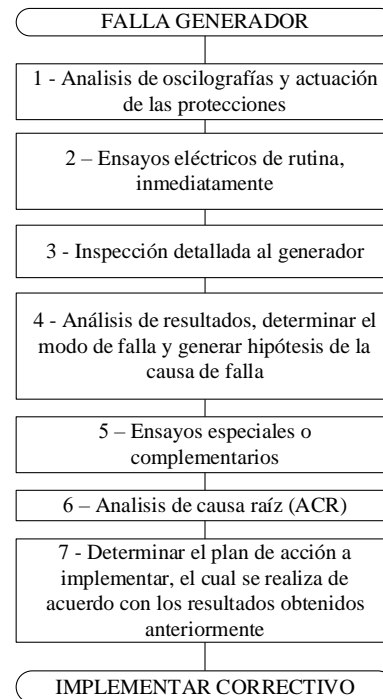


Figura 1. Metodología de diagnóstico de generadores.

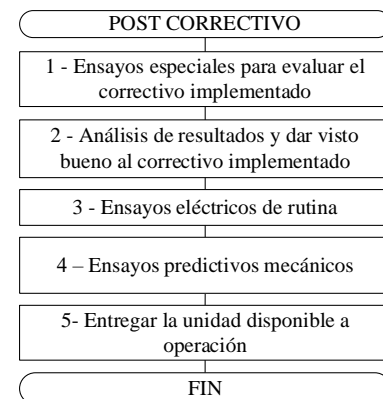


Figura 2. Metodología de evaluación post correctivo de generadores.

Tras implementar las acciones correctivas, se realiza una evaluación exhaustiva en cinco pasos mostrados en la Figura 2, para verificar la efectividad de las reparaciones y garantizar que los generadores estén listos para operar.

Tabla 1. Ensayos de rutina y especiales para diagnóstico de generadores en Celsia.

Ensayo	Recomendación	Rutina/ Especial	Espécimen	Objetivo	Ejecutor
Resistencia óhmica del devanado	IEEE std 115	Rutina	Estator-Rotor	Detectar cortocircuito entre espiras, conexiones defectuosas y circuitos abiertos	Celsia
Resistencia de aislamiento devanados	IEEE std 43	Rutina	Estator-Rotor	Detectar el estado del aislamiento desde el punto de vista de humedad, limpieza e imperfecciones.	Celsia
Factor de potencia	IEEE std 286	Rutina	Estator	Detectar presencia de humedad, contaminantes, efecto corona, vacíos en el aislamiento e imperfecciones.	Celsia
Inspección de aflojamiento de cuñas	IEEE std 115 IEEE std 62.2	Especial	Estator	Verificar estado del cuñado del estator.	Contratista
Prueba de alta tensión DC a devanados	IEEE std 95 IEEE std 43 IEEE std 50	Especial	Estator-Rotor	Detectar imperfecciones, debilidad o fisuras en el aislamiento.	Celsia/ Contratista
Inducción al núcleo magnético ( <i>Core Loop Test</i> )	IEEE Std 56	Especial	Estator	Detectar imperfecciones en la estructura e integridad del aislamiento entre laminaciones del núcleo.	Celsia/ Contratista
Descargas parciales	IEC 60270	Especial	Estator	Medir la actividad de descargas parciales e indicar la cantidad de huecos en el aislamiento.	Contratista
Resistencia a semiconductor	IEEE std 115	Especial	Barras - Bobinas	Medir la resistencia superficial de la pintura o cinta semiconductor.	Celsia
Pruebas de impulso	IEEE std 522	Especial	Estator-Rotor	Evaluar por comparación de impulso tierras parciales, mala conexión y debilidad de aislamiento o corto entre fases, espiras, bobinas o grupos.	Celsia/ Contratista
Caída de tensión en polos	IEEE std 115	Especial	Rotor	Detectar posibles cortocircuitos entre espiras en las bobinas de los polos, verificar si existe un número incorrecto de vueltas o conexiones defectuosas.	Celsia
Medición de inductancia en polos	IEEE std 142	Especial	Rotor	Detectar posibles cortocircuitos entre espiras en las bobinas de los polos, verificar si existe un número incorrecto de vueltas o conexiones defectuosas.	Celsia
Verificación de corto entre espiras	IEEE std 115	Especial	Rotor	Detectar posibles cortocircuitos entre espiras en las bobinas de los polos.	Contratista
Verificación de corto entre espiras por termografías	IEEE Std 115 ANSI/NETA ATS-2009	Especial	Rotor	Localizar visualmente cortocircuitos entre espiras en las bobinas de los polos.	Celsia/ Contratista
Resistencia de aislamiento de cojinetes	IEEE std 43	Especial	Rotor	Verificar estado del aislamiento del cojinete.	Celsia
Análisis de vibraciones	ISO 20816-5	Rutina	Generador	Determinar las condiciones de vibración y balanceo dinámico.	Contratista

Ningún ensayo por sí solo se toma como indicador aisladamente confiable para tomar decisiones sobre el mantenimiento correctivo de los generadores. Así mismo, el análisis de las tendencias de las variables críticas es fundamental.

Celsia dispone de un manual de ensayos donde se tiene consolidado los ensayos de rutina y especiales que se pueden realizar a los generadores de acuerdo con el requerimiento[4]. El manual contiene para cada uno de los ensayos la teoría, objetivo, precauciones, preparación, procedimiento, criterios de decisión, bibliografía y formatos, como se indican en la Tabla 1.

### Casos de Estudio Exitosos y Análisis de Falla en Generadores Hidráulicos

#### Central Hidroeléctrica Alto Anchicayá



Figura 3. Unidad 3 de la central hidroeléctrica Alto Anchicayá.

La central hidroeléctrica Alto Anchicayá, una de las más importantes para Celsia, sufrió una falla significativa en el generador sincrónico de 125 MVA de la unidad 3 en febrero de 2013[6]. Esta unidad, que representa una parte importante de la capacidad operativa de Celsia de alrededor del 7%, se vio afectada por daños severos en el núcleo del estator y otras componentes clave. A pesar de ser clasificado inicialmente como pérdida total por los fabricantes, el equipo de trabajo de mantenimiento emprendió una metodología de rehabilitación que permitió su recuperación.

Durante la inspección inicial y las pruebas eléctricas, se identificaron los siguientes puntos críticos:

- Daño en el núcleo del estator: Se detectaron múltiples áreas afectadas, en un 8.5% del total con pérdida del laminado, incluyendo perforaciones de hasta 10 mm de profundidad en las ranuras críticas que comprenden un 0.12% del total del núcleo.
- Cortocircuito en las bobinas del estator: Las bobinas mostraron desplazamientos y daños mecánicos significativos, agravando la falla inicial.
- Cuñas interpolares dañadas: El desprendimiento de las cuñas interpolares provocó impactos directos sobre el estator, causando cortocircuitos adicionales.



Figura 4. Daños en el núcleo del estator del generador.

El equipo de trabajo de mantenimiento implementó un plan de rehabilitación en cinco etapas, diseñado para maximizar la recuperación de componentes críticos y minimizar el tiempo de inactividad:

- Diagnóstico: Inspección visual detallada y ensayos eléctricos para evaluar la magnitud de la falla.
- ACR: Identificación de las condiciones que provocaron el daño, incluyendo los



impactos mecánicos y las fuerzas eléctricas que exacerbaron la falla.

- Reparación del núcleo del estator: Incluyó el retiro de laminados dañados, enderezamiento de láminas deformadas, aplicación de barniz, relleno de áreas críticas con material epóxico e instalación de cintas térmicas para seguimiento de las temperaturas.
- Rehabilitación del devanado del estator: Sustitución de 33 barras dañadas, inserción de nuevos componentes y restauración del aislamiento.
- Pruebas de inducción y puesta en servicio: Validación del núcleo reparado y ajuste de parámetros para garantizar la operación segura de la unidad.

La reparación se completó en 197 días. Las pruebas finales, incluyendo resistencia de aislamiento, factor de potencia y termografías, confirmaron la recuperación del generador al 83.3% de su capacidad nominal. Este resultado permitió restablecer su operación y mitigar pérdidas económicas significativas para la empresa como se muestra en la Figura 6.

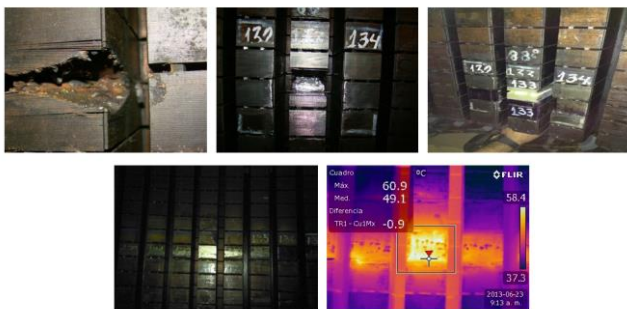


Figura 5. Proceso de reparación de ranuras del estator del generador.

El análisis reveló que el impacto mecánico de las cuñas interpolares produjo deterioro en el núcleo magnético y aislamiento de las bobinas desencadenando en una falla severa que fue despejada oportunamente por las protecciones eléctricas. Esta información fue clave para

implementar mejoras en el monitoreo y mantenimiento preventivo de generadores.

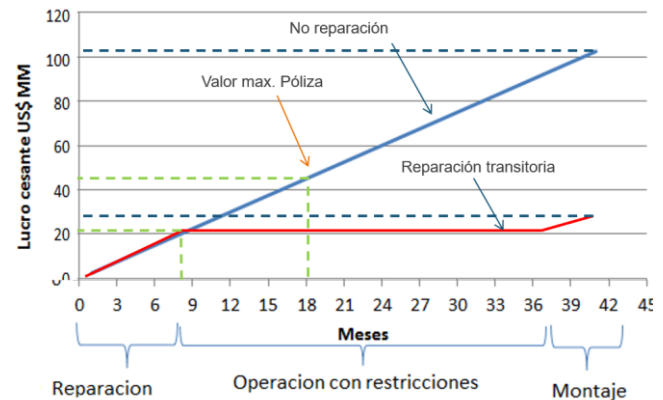


Figura 6. Ahorro de lucro cesante con la reparación.

La experiencia obtenida en este caso refuerza la importancia de una metodología estructurada de diagnóstico y reparación, respaldada por un equipo de trabajo especializado y una estrecha colaboración con los fabricantes. Este enfoque no solo permitió recuperar un activo crítico, sino que también contribuyó a fortalecer las prácticas de gestión de mantenimiento en la organización.

### Central Hidroeléctrica Bajo Anchicayá

En octubre de 2022, la unidad 3 de la central hidroeléctrica Bajo Anchicayá de 24 MVA, experimentó una falla bifásica en el estator que comprometió su operación[7]. Este evento, indicado por los relés de protección como una falla a tierra, provocó una parada total de la unidad. A pesar de la magnitud del problema, el equipo de trabajo de mantenimiento implementó un enfoque estructurado para diagnosticar, reparar y restablecer la operación de la unidad.



Figura 7. Bobinas superiores averiadas del estator.

El análisis inicial incluyó una revisión de las oscilografías y las protecciones activadas, que revelaron:

- Falla entre fases A y C: La corriente de falla alcanzó un valor máximo de 6.8 kA (2,8 veces la nominal) durante el subtransitorio.
- Daño en las bobinas superiores: La inspección visual identificó la localización principal de la falla en las cabezas de bobina superiores, entre las ranuras 248 y 252. Además, las bobinas adyacentes mostraron signos de deterioro en el aislamiento, como se muestra en la Figura 8.
- Integridad del núcleo del estator: La prueba de inducción al núcleo magnético (*Core Loop Test*) y la inspección termográfica confirmaron que el núcleo no sufrió daños térmicos significativos.



Figura 8. Condición de aislamiento y partes de conexión de las bobinas.

Tras evaluar las opciones de reparación, se optó por reemplazar las bobinas dañadas, considerando la disponibilidad de repuestos, el menor costo económico y el tiempo de indisponibilidad de la unidad. Este proceso incluyó:

- Retiro de todas las bobinas del estator para realizar pruebas de aceptación, como resistencia óhmica, Resistencia superficial de pintura semi conductora y gradiente,

resistencia de aislamiento, *Hipot* y factor de potencia.

- Sustitución de las bobinas averiadas, así como de aquellas que no cumplieron los criterios de aceptación o resultaron dañadas durante la extracción.
- Instalación de separadores de mayor grosor con una separación entre bobinas de entre 1.5 mm a 3 mm, para evitar futuros desplazamientos y contactos entre las bobinas superiores e inferiores.

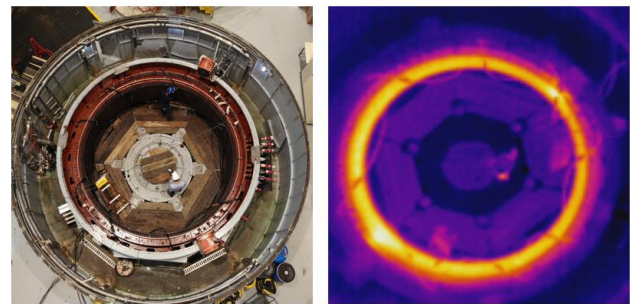


Figura 9. Prueba de inducción al núcleo magnético.

En total, se reemplazaron 51 bobinas, de las cuales 9 fueron directamente afectadas por la falla, 16 se dañaron durante el retiro, 17 no cumplieron con los ensayos de aceptación y 9 fallaron en las pruebas de *Hipot* tras la instalación.



Figura 10. Separación entre bobinas del estator.

El análisis de causa raíz determinó que el deterioro de la cinta aislante más interna en los anillos de sujeción del devanado del estator provocó la pérdida de firmeza de las amarras de las cabezas de bobina fijadas al anillo de sujeción. Esto

permitió el movimiento radial de las cabezas de bobina, exponiendo el aislamiento a tensiones elevadas que desencadenaron la falla bifásica, como se muestra en la Figura 10.

Las pruebas finales de aceptación confirmaron la restauración de la funcionalidad del estator y la estabilidad de los parámetros operativos. Gracias a la pronta disponibilidad de materiales de repuesto y la experiencia técnica del equipo de trabajo de mantenimiento, la reparación se completó en un tiempo reducido, minimizando la indisponibilidad de la unidad.

Este caso destaca la importancia de monitorear y mantener en condiciones óptimas los elementos de sujeción y aislamiento del estator para evitar fallas catastróficas. Asimismo, subraya el valor de contar con repuestos críticos y un equipo de trabajo de mantenimiento capacitado para responder de manera eficiente a emergencias operativas.

### Central Hidroeléctrica Prado



Figura 11. Rotor del generador de la unidad 3 de Prado.

El caso del generador de la unidad 3 de la central hidroeléctrica Prado de 17 MVA es otro ejemplo destacado de cómo el análisis de causa raíz y la implementación de estrategias de mantenimiento adecuadas pueden solucionar fallas críticas en equipos de gran escala. En mayo de 2024, la unidad sufrió una falla bifásica en el estator, desencadenada por la pérdida de la conexión a

tierra del generador. Esta condición generó desbalances eléctricos que afectaron el aislamiento de las bobinas, incrementando los esfuerzos eléctricos y provocando una corriente de falla significativa entre las fases (2,35 veces la corriente nominal)[8].

Durante la inspección inicial, se identificaron múltiples anomalías:

- Fallo en las fases R y S: Mediante pruebas de resistencia de aislamiento, se confirmó que la falla era entre fases, descartándose una falla a tierra.
- Deterioro del aislamiento: Las cabezas de bobina mostraron signos de recalentamiento y daño en la mica moscovita, pero el núcleo del estator no resultó afectado.
- Condición "flotante" del generador: La pérdida de la conexión a tierra en la estrella del devanado del estator fue identificado como el eslabón crítico que desencadenó la falla, exponiendo el aislamiento a tensiones fluctuantes.

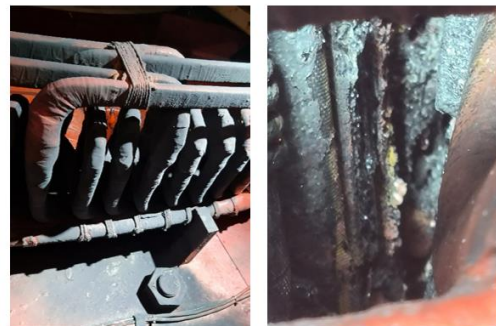


Figura 12. Deterioro de por recalentamiento de la mica moscovita en las cabezas de bobina del estator.

Para abordar esta falla, se evaluaron tres alternativas de intervención, priorizando una estrategia que equilibrara tiempo de reparación, impacto económico y riesgo técnico. Se optó por una solución menos intrusiva que incluyó:

- Aislamiento del punto de falla.



- Recuperación de las pletinas de cobre y reemplazo del aislamiento.
- Inserción bobinas con aislamiento nuevo, cuñas, separadores y amarras.
- Secado del estator y pruebas finales.



Figura 13. Proceso de reparación de las cabezas de bobina del estator.

La reparación se completó en 23 días, un tiempo significativamente corto dado el alcance del daño. Las pruebas finales confirmaron que todos los parámetros operativos, incluida la resistencia de aislamiento, el factor de potencia, *Hipot* y la inspección termográfica, cumplían con los estándares requeridos.

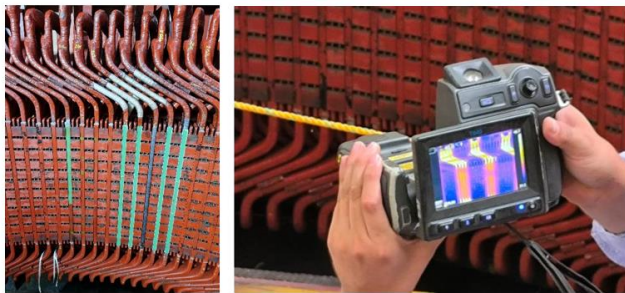


Figura 14. Finalización de proceso de reparación y registro de termografías.

El análisis de causa raíz reveló que la ausencia de una referencia a tierra en el generador, junto con desbalances eléctricos recurrentes identificados a través de la función de secuencia negativa, generaron esfuerzos eléctricos que excedieron la capacidad del aislamiento de las bobinas. Este evento pone en evidencia la importancia de mantener sistemas de conexión a tierra confiables y de implementar medidas preventivas efectivas

para proteger componentes críticos en condiciones operativas exigentes.

Esta experiencia resalta la importancia de un equipo de trabajo de mantenimiento capacitado en análisis de causa raíz y en la ejecución de reparaciones efectivas. La experiencia adquirida en este evento ha fortalecido las capacidades de diagnóstico del equipo de mantenimiento, optimizando la confiabilidad y reduciendo los tiempos de indisponibilidad de los generadores.

### Conclusiones

El análisis de fallas y recuperación de generadores hidráulicos de gran escala en Celsia ha demostrado cómo la aplicación de metodologías avanzadas de diagnóstico y estrategias de mantenimiento predictivo y correctivo permite enfrentar desafíos técnicos y operativos de alta complejidad. Los casos estudiados evidencian que un enfoque estructurado, respaldado por equipos de trabajo altamente capacitados y la adopción de tecnologías innovadoras, contribuye significativamente a reducir tiempos de inactividad, minimizar costos operativos y prolongar la vida útil de los activos.

En el caso de la Central Hidroeléctrica Prado, el análisis detallado del aislamiento del estator y el diseño de intervenciones menos intrusivas resultaron en un mantenimiento eficiente, mientras que en Alto Anchicayá y Bajo Anchicayá, la rehabilitación oportuna y las reparaciones precisas lograron recuperar gran parte de la capacidad operativa de los generadores. Estos logros destacan la relevancia de implementar estrategias proactivas, como el ACR, y mantener una capacitación continua para enfrentar fallas críticas con soluciones efectivas.

Finalmente, la planificación por frentes de trabajo y la incorporación de una cultura de mejora continua han sido factores determinantes en el éxito de las intervenciones, demostrando que el fortalecimiento de competencias técnicas y el trabajo en equipo son esenciales para la gestión

eficiente de activos estratégicos en el sector energético.

E-mail: [evargasc@celsia.com](mailto:evargasc@celsia.com)

Cali - Colombia

### Bibliografía

- [1] IEA, “Hydropower Special Market Report – Analysis”, Paris, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/hydropower-special-market-report>
- [2] IHA, “2024 World Hydropower Outlook”, Londres, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.hydropower.org/publications/2024-world-hydropower-outlook>
- [3] C. V. Maughan, “Root-cause diagnostics of generator service failures”, 2005 *IEEE International Conference on Electric Machines and Drives*, pp. 1927–1935, 2005, doi: 10.1109/IEMDC.2005.195983.
- [4] J. L. Oslinger, *Ensayos de Mantenimiento de Generadores Síncronos de Polos Salientes*. Cali: Celsia Colombia S.A. E.S.P., 2002.
- [5] F. Murcia y J. Osorio, “Gestión de actividades por frentes de trabajo en parada de planta y mantenimiento mayor. Caso central hidroeléctrica Salvajina”, *ACIEM - CIMGA*, 2016.
- [6] Celsia Colombia S.A. E.S.P., “Informe de Reparación Estator Generador 3 Alto Anchicayá”, Cali, 2013.
- [7] Celsia Colombia S.A. E.S.P., “Informe de Falla Devanado Generador U3 Bajo Anchicayá”, Cali, 2022.
- [8] Celsia Colombia S.A. E.S.P., “Informe de Falla Bifásica Estator Unidad 3 Prado”, Cali, 2024.

Eduardo Vargas Castillo: Ingeniero Electricista y especialista en Transmisión y Distribución de Energía de la Universidad del Valle. Actualmente ocupa el rol de líder de operación y mantenimiento rutinario de las centrales de generación Alto y Bajo Anchicayá de Celsia.

Cuenta con experiencia en el liderazgo y ejecución de proyectos electromecánicos, asegurando el cumplimiento de normativas, estándares técnicos y de calidad en cada etapa de los proyectos.

Celsia Colombia S.A. E.S.P.

Calle 15 No. 29B-30 Autopista Cali –Yumbo

Jorge Armando Plazas Martinez: Ingeniero Electricista con un magíster en Ingeniería Eléctrica de la Universidad del Valle y especialista en Gerencia de Mantenimiento y Confiabilidad de Activos de la Universidad Autónoma de Occidente. Actualmente se desempeña como líder de mantenimiento predictivo eléctrico para la generación hidráulica y eólica en Celsia.

Su formación y experiencia están enfocadas en la gestión y confiabilidad de activos eléctricos, con un enfoque en el mantenimiento predictivo para garantizar la eficiencia y continuidad en las operaciones de generación de energía renovable.

Celsia Colombia S.A. E.S.P.

Calle 15 No. 29B-30 Autopista Cali –Yumbo

E-mail: [japlazas@celsia.com](mailto:japlazas@celsia.com)

Cali - Colombia

Ruben Dario Jaimes Mateus: Ingeniero Electricista de la UIS. Especialista en Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía y magister en Ingeniería Eléctrica de la Universidad del Valle. Cuenta con 34 años de experiencia en el proceso de generación de energía hidráulica y eólica: operación y mantenimiento, gestión de mantenimiento, aseguramiento metrológico, sistemas de información de mantenimiento y calidad, análisis de causa raíz, ensayos eléctricos y especificaciones técnicas para la adquisición de equipos de potencia eléctrica en Celsia.

Celsia Colombia S.A. E.S.P.

Calle 15 No. 29B-30 Autopista Cali –Yumbo

E-mail: [rdjaimes@celsia.com](mailto:rdjaimes@celsia.com)

Cali - Colombia

Ruben Dario Aponte Nuñez: Ingeniero Mecánico con un magíster en Ingeniería y especialista en Automatización Industrial de la Universidad del Valle y magister en Inteligencia Artificial de la Universidad Internacional de la Rioja. Actualmente trabaja en el área de gestión técnica mecánica en la Gerencia de Generación de Celsia.



8th WORLD CONGRESS  
OF MAINTENANCE AND  
ASSET MANAGEMENT



22nd Ibero-American Maintenance Congress  
27th International Congress of Maintenance and Asset Management

11 · 12 · 13

JUNE · 2025

Convention Center  
Cartagena de Indias · Colombia



Federación Iberoamericana  
de Mantenimiento



Cuenta con experiencia en proyectos de actualización tecnológica y mantenimiento mecánico en centrales hidráulicas.

Celsia Colombia S.A. E.S.P.

Calle 15 No. 29B-30 Autopista Cali –Yumbo

E-mail: [raponte@celsia.com](mailto:raponte@celsia.com)

Cali - Colombia

Pedro Wirley Castro Fori: Ingeniero Mecánico con un MBA en Gestión de Activos. Actualmente trabaja como líder de centrales hidráulicas en la Gerencia de Generación de Celsia.

Cuenta con experiencia en gestión de activos, enfocada en centrales hidráulicas. Ha trabajado en áreas como el manejo de embalses, dragado, tránsito de sedimentos, seguridad de presas y gestión del riesgo. Su trayectoria se caracteriza por un enfoque práctico y técnico para garantizar el adecuado funcionamiento y mantenimiento de los activos en el sector energético.

Celsia Colombia S.A. E.S.P.

Calle 15 No. 29B-30 Autopista Cali –Yumbo

E-mail: [pwcastro@celsia.com](mailto:pwcastro@celsia.com)

Cali - Colombia