Artículo original

Mantenimiento preventivo y predictivo en bombas centrífugas y análisis de puntos críticos con cámara termográfica

Preventive and predictive maintenance in centrifugal pumps and critical point analysis with thermographic camera

Ángel Arturo Cueva Martínez: Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, Tecnólogo Superior Universitario en Mantenimiento Industrial,
https://orcid.org/0009-0005-3453-0709

Silvia Alexandra Ayala Trujillo: Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, Magister en Sistemas Integrados de Gestión,
https://orcid.org/0009-0009-8445-0992

Edison Javier Quinatoa Lema: Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi, Ingeniero Mecánico,
https://orcid.org/0009-0008-2147-9889
Autor de correspondencia: saayalat@yahoo.com

DOI: https://doi.org/10.64424/rcu51202696

Recibido: 3 de octubre 2025
Aprobado: 2 de abril 2026
Publicado: 19 de junio 2026

Resumen:
El mantenimiento preventivo de bombas centrífugas es fundamental en la industria actual, ya que asegura la eficiencia operativa y extiende la vida útil de los equipos. Estas bombas son esenciales en los procesos industriales, encargadas del transporte de fluidos, por lo que su correcto funcionamiento es crucial. La investigación se enfoca en la implementación de mantenimiento preventivo utilizando cámaras termográficas para detectar anomalías térmicas y prevenir fallos prematuros en componentes clave como rodamientos y sellos mecánicos. El estudio señala que los puntos críticos de las bombas centrífugas incluyen rodamientos desgastados, sellos mecánicos deteriorados y desalineaciones en los componentes. Para abordar estos problemas, se propone el uso de la cámara termográfica T640, que permite evaluar el comportamiento térmico de las bombas a diferentes revoluciones por minuto (rpm) y detectar variaciones de temperatura en tiempo real. Se concluye que la termografía infrarroja es una herramienta eficaz para el monitoreo y diagnóstico de fallos en bombas centrífugas. Esta técnica no solo ayuda a identificar problemas antes de que se conviertan en fallas críticas, sino que también contribuye a la reducción de costos operativos y mejora la seguridad en el entorno laboral. Implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en termografía permite optimizar la gestión del mantenimiento industrial y evitar interrupciones inesperadas en la producción.

Palabras clave: mantenimiento, bombas, cámara térmica.

Abstract:
Preventive maintenance of centrifugal pumps is essential in today's industry, as it ensures operational efficiency and extends the useful life of equipment. These pumps are essential in industrial processes, responsible for the transport of fluids, so their correct operation is crucial. The research focuses on the implementation of preventive maintenance using thermographic cameras to detect thermal anomalies and prevent premature failures in key components such as bearings and mechanical seals. The study notes that the hotspots of centrifugal pumps include worn bearings, deteriorated mechanical seals and misalignments in components. To address these problems, the use of the T640 thermographic camera is proposed, which allows to evaluate the thermal behavior of the pumps at different revolutions per minute (rpm) and detect temperature variations in real time. It is concluded that infrared thermography is an effective tool for monitoring and diagnosing failures in centrifugal pumps. This technique not only helps identify problems before they become critical failures but also contributes to the reduction of operational costs and improves safety in the workplace. Implementing a preventive maintenance plan based on thermography optimizes the management of industrial maintenance and avoids unexpected interruptions in production.

Keywords: maintenance, pumps, thermal camera.

Como citar la obra: Cueva-Martínez, A., A., Ayala-Trujillo, S., A. y Quinatoa-Lema, E., J. (2026). Mantenimiento preventivo y predictivo en bombas centrífugas y análisis de puntos críticos con cámara termográfica. *Revista Científica Unanchay*, 5(1), 1-15
doi: https://doi.org/10.64424/rcu51202696

Introducción

El mantenimiento preventivo de bombas centrífugas desempeña un papel crucial en la industria contemporánea, ya que es fundamental para prolongar la vida útil de estos equipos y asegurar la continuidad de los procesos productivos (Cryospain, 2022). Las bombas centrífugas son activos críticos en una amplia gama de industrias, desde el sector químico y petroquímico hasta el tratamiento de aguas y la generación de energía, siendo responsables del transporte eficiente de líquidos de un punto a otro dentro de los sistemas (Asimer, 2025). Dada la creciente dependencia de estas bombas en las operaciones industriales, se ha incorporado de manera efectiva el mantenimiento preventivo en los procesos de producción, no solo como una tarea correctiva, sino como una estrategia proactiva para evitar fallos y optimizar el rendimiento (Dynapro, 2026).

La gestión de bombas centrífugas ha evolucionado de un modelo reactivo hacia estrategias de mantenimiento basado en la condición, actualmente, la integración de inspecciones periódicas, el análisis de vibraciones y el monitoreo de la lubricación son pilares fundamentales para anticipar fallas en componentes críticos como rodamientos y sellos mecánicos. Según destaca Arroyo y Obando (2022), este enfoque preventivo y predictivo es lo que realmente permite elevar la confiabilidad operativa de las plantas, minimizando drásticamente las paradas no programadas que suelen comprometer la productividad industrial.

Por otro lado, el análisis térmico mediante termografía infrarroja se ha consolidado como una herramienta no invasiva de alta precisión para detectar anomalías antes de que se conviertan en daños irreversibles. Debido a que estas bombas son vitales en sectores como la petroquímica y el tratamiento de aguas, cualquier falla inesperada conlleva riesgos de seguridad y elevados costos económicos. Al establecer umbrales de temperatura basados en regímenes de operación específicos (rpm), las empresas logran una toma de decisiones respaldada por datos, lo que no solo optimiza los recursos de mantenimiento, sino que extiende significativamente la vida útil de los equipos.

En un entorno donde las plantas industriales buscan constantemente reducir costos y maximizar la eficiencia operativa, es esencial comprender las condiciones reales de funcionamiento de los equipos y los factores que influyen en su desgaste para mejorar su disponibilidad y confiabilidad (Cabrera, Guanipa, 2010). La alcalinidad y dureza del fluido son factores que están directamente relacionados con el deterioro prematuro de componentes como los sellos mecánicos y los rodamientos (Lufilsur, 2026).

 ISSN: 2953-6707

A través de la implementación de un sistema de mejora continua basado en el análisis de datos y la monitorización del estado de los equipos, el presente estudio tiene como objetivo diagnosticar el comportamiento térmico de los componentes críticos de una bomba centrífuga industrial bajo diferentes regímenes de operación (alta, media y baja demanda), mediante termografía infrarroja, para identificar patrones de temperatura asociados a condiciones de riesgo mecánico y establecer criterios técnicos para un plan de mantenimiento preventivo.

Metodología

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo con diseño no experimental, estructurado como estudio de caso diagnóstico aplicado a una bomba centrífuga industrial perteneciente al sistema de refrigeración de una planta de laminado en caliente. La selección del equipo respondió a su criticidad operativa dentro del circuito hidráulico, ya que su indisponibilidad afecta directamente la continuidad del proceso productivo.

La bomba analizada corresponde a la serie 1211.8/-41, utilizada para el transporte de agua de proceso a una presión aproximada de 8 bar, con líneas de succión y descarga de 12 pulgadas de diámetro y una longitud de conducción cercana a 80 metros. El sistema opera bajo diferentes niveles de demanda productiva, lo que permite evaluar su comportamiento térmico bajo distintos regímenes de carga.

Para la obtención de datos se empleó una cámara termográfica FLIR T640, configurada con una emisividad de 0.95 para superficies metálicas pintadas. Las mediciones se realizaron a una distancia promedio de 1.5 metros, bajo condiciones ambientales controladas con temperatura ambiente aproximada de 28 °C y humedad relativa de 72 %. Antes de cada registro térmico, se permitió un tiempo de estabilización operativa de 20 minutos con el fin de asegurar condiciones térmicas representativas, en cada condición operativa se realizaron tres capturas por punto de medición, con el objetivo de reducir variabilidad y obtener valores consistentes.

Las variables independientes consideradas fueron la velocidad de rotación del motor y el nivel de demanda productiva, evaluándose tres regímenes de operación: alta demanda (1700 rpm), demanda intermedia (1699 rpm) y baja demanda (1500 rpm). Como variables dependientes se analizaron las temperaturas superficiales registradas en los componentes críticos del sistema: carcasa del motor, rodamiento frontal, rodamiento posterior y zona del sello mecánico.

 ISSN: 2953-6707

El procedimiento consistió en la captura sistemática de imágenes térmicas en cada componente bajo los tres regímenes de operación, seguida del análisis comparativo de las temperaturas máximas registradas. No se manipularon variables operativas ni se indujeron fallas controladas, por lo que el estudio se clasifica como observacional no experimental. Los datos obtenidos fueron organizados en tablas comparativas para identificar diferencias térmicas asociadas a variaciones en la velocidad y carga del sistema.

Previo a la toma de datos se efectuó una inspección visual del equipo para descartar fugas, acumulación excesiva de suciedad o condiciones atípicas que pudieran alterar la lectura térmica. Los puntos de medición fueron definidos de manera sistemática sobre zonas de interés mecánico: centro de carcasa del motor, alojamiento de rodamiento frontal, alojamiento de rodamiento posterior y región próxima al sello mecánico. Para garantizar la repetibilidad del procedimiento, las capturas se realizaron manteniendo el mismo ángulo de incidencia y distancia de medición en todos los regímenes evaluados. Asimismo, se verificó la correcta calibración de la cámara antes del inicio del muestreo, asegurando la consistencia de las mediciones térmicas y minimizando posibles errores instrumentales.

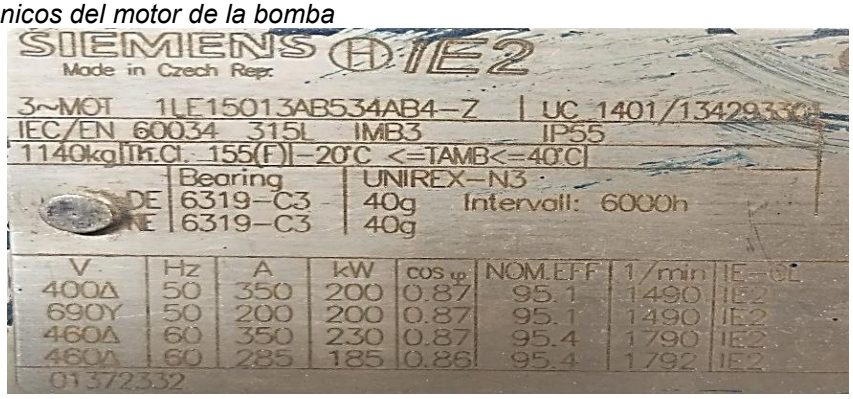
Resultados

Datos informativos de la bomba

El proyecto de investigación utiliza una centrífuga de la serie 1211.8/-41 para purificar el agua de una piscina de reserva. El sistema incluye una bomba, un colector, un hidrociclón y un filtro para eliminar la mayor cantidad de sedimentos, absorbiendo el líquido para su refrigeración. Este componente crítico en los sistemas de tratamiento de agua es esencial para mantener el agua limpia.

Figura

Datos técnicos del motor de la bomba



Nota. Autores, (2026)

 ISSN: 2953-6707

La bomba en el circuito hidráulico optimiza el flujo y adapta a condiciones específicas del entorno, en términos de volumen de agua y demandas del sistema. Se evalúa por factores como durabilidad, energía eléctrica y resistencia a variaciones en la calidad del agua.

En esta oportunidad, la bomba absorbe en la toma de 12” de diámetro, a través de la cual el motor imparte la electricidad necesaria para que el eje gire al cual se le acopla el impulsor. La rotación del impulsor, a su vez, hace que la presión en el fluido aumente hasta llegar a 8 bares, constituyendo un flujo continuo y eficaz para el desplazamiento. Asimismo, el fluido bajo presión se conduce a través de un sistema de tuberías de acero de 12” de diámetro, el cual cubre una longitud aproximada de 80 metros.

Las tuberías se encuentran empleando conexiones bridadas, lo que asegura el sellado necesario y extreme para el funcionamiento en condiciones refrescantes. A lo largo de la reacción se disponen salida de 12” de diámetro en puntos estratégicos, permitiendo la proporción a las áreas que así lo requieran. Con este enlace, se posibilita el macro de mangueras flexibles mediante acoples rápidos, cuya tarea es rociar agua directamente a los rodillos de laminado en caliente.

Partes fundamentales de la bomba

Las bombas centrífugas son dispositivos mecánicos de bombeo críticos en una variedad de aplicaciones industriales y residenciales, y están diseñadas para mover fluidos de manera eficiente y confiable. Los aspectos más importantes hacen que las centrífugas sean extremadamente valiosas, versátiles y capaces de manejar una variedad de fluidos, desde agua limpia hasta los líquidos más complejos. Algunas de las partes cruciales de este dispositivo son:

 ISSN: 2953-6707

Tabla 1

Partes de una bomba

Parte	Descripción	Gráfico
Impulsor	El componente rotativo que se encuentra dentro de la mayoría de las bombas tiene un conjunto de álabes o paletas que giran para mover el fluido a través de la bomba.	
Carcasa	Es responsable de soportar todo, incluido el motor. La carcasa se le conoce como voluta cuerpo. Su función es contener el líquido, dirección del flujo en la bomba, conversión de la energía cinética en presión, prevención de fugas y a veces retención de presión.	
Eje	Es el componente que conecta el elemento motor con el impulsor, y por medio de éste es transmitida la energía desde el motor o elemento accionador a la bomba para el impulso del fluido	
Sello mecánico	Cierre mecánico industrial de bomba hidráulica centrifuga, con el objetivo de no dejar que una pérdida se lleve a cabo en los fluidos, conservar la presión de la instalación y la de no permitir una introducción de elementos que no son de esta.	
Cojinetes	Es una pieza relativamente pequeña en el sistema de bombeo, aunque sostiene la carga del sistema y permite que gire repetitivas veces mientras el motor proporcione un movimiento rotativo. El cojinete debe estar correctamente lubricado con grasa y regirse al manual del fabricante especifique para un correcto mantenimiento preventivo	
Motor	Es un componente fundamental de la bomba centrífuga que permite mover el eje y a su vez el impulsor para conseguir el movimiento del agua. Según su potencia, podrá movilizar más agua en menos tiempo según el requerimiento que sea necesario.	
Boquillas de succión y descarga	La entrada, también conocida como succión, es el punto donde el líquido es aspirado hacia la bomba, generalmente a través de una tubería conectada a una fuente de agua. La salida, o descarga, es el punto donde el líquido presurizado es expulsado hacia el sistema de distribución o el punto de uso	
Difusor o voluta	El difusor está formado por unos álabes fijos divergentes, que, al incrementarse la sección de la carcasa, la velocidad del agua irá disminuyendo lo que contribuye a transformar la energía cinética en energía de presión, mejorando el rendimiento de la bomba	

Nota. Autores, (2026)

 ISSN: 2953-6707

Obtención de la termografía de una bomba centrifuga

Para la recopilación de datos usando una cámara termográfica FLIR T640 en el ámbito industrial, se debe seguir de forma rigurosa una serie de pasos que permiten obtener mediciones precisas y confiables. Primero, asegúrese de realizar una inspección visual previa del área o del equipo que se va a evaluar para identificar posibles puntos o zonas de interés. Luego, elija la configuración de la cámara de acuerdo con las condiciones medioambientales y las características del objeto a analizar, ajustando la emisividad, la distancia, el objetivo y la temperatura reflejada. Durante la toma de imágenes, mantenga la cámara en una posición estable y mejore la visual del objetivo.

Después de tomar imágenes térmicas, se analiza los datos con el software de la cámara o herramientas de procesamiento para asegurarse de que las temperaturas registradas cumplan con los estándares de la industria. Por último, se debe tomar en cuenta que tenga batería suficiente para realizar las tomas de temperatura además se debe revisar que este colocado correctamente la tarjeta de memoria para documentar los resultados en detalle, incluyendo imágenes, datos estadísticos y observaciones relevantes para ayudar a la interpretación y la toma de decisiones.

Tabla 1

Análisis termográfico

Componente	1700 rpm	1500 rpm	Temperatura máxima
Motor	47.0 °C	38.2 °C	47.0 °C
Rodamiento frontal	35.3 °C	35.0 °C	38.7 °C
Rodamiento posterior	31.7 °C	28.6 °C	31.7 °C
Sello mecánico	36.9 °C	47.5 °C	47.5 °C

Nota. Autores, (2026)

Al analizar el comportamiento del motor bajo los distintos regímenes de operación, se observó que la temperatura superficial tendía a disminuir cuando la velocidad de rotación era menor, este resultado es coherente con la lógica de funcionamiento de los motores eléctricos: cuando el equipo trabaja a mayores revoluciones, también se incrementan las pérdidas internas asociadas a fricción mecánica, esfuerzos electromagnéticos y resistencia eléctrica en los devanados, lo que inevitablemente genera mayor liberación de calor. En cambio, al operar a 1500 rpm, la exigencia energética del sistema se reduce y, con ello, la generación térmica en la carcasa externa, esta relación entre velocidad y temperatura confirma que el motor responde de manera proporcional a la carga aplicada. No obstante, aunque el descenso térmico es un comportamiento esperado, evaluar únicamente valores puntuales no permite concluir sobre la eficiencia energética ni sobre el estado interno del aislamiento eléctrico, por lo que sería recomendable complementar este análisis con monitoreo periódico para identificar posibles variaciones progresivas.

En cuanto a los rodamientos, tanto el frontal como el posterior mantuvieron temperaturas inferiores a 40 °C durante todos los escenarios evaluados, este comportamiento sugiere que, al momento de la medición, las condiciones de lubricación eran adecuadas y no existían indicios claros de fricción anormal. En maquinaria rotativa, los incrementos sostenidos de temperatura en rodamientos suelen estar vinculados a deficiencias en la grasa lubricante, contaminación por partículas o desalineaciones que generan cargas adicionales, sin embargo, los valores obtenidos en este estudio no evidencian tales condiciones. Además, la variación entre mediciones fue reducida, lo que refuerza la percepción de estabilidad térmica, aun así, es importante señalar que no todas las fallas iniciales se manifiestan inmediatamente como sobrecalentamiento visible; algunas pueden comenzar con vibraciones leves o microdefectos que todavía no generan cambios térmicos significativos. Por ello, integrar técnicas complementarias como análisis vibracional podría ofrecer una visión más completa del estado real de los rodamientos.

El componente que mostró mayor variación térmica fue el sello mecánico, particularmente cuando el sistema operó en condición de baja demanda (1500 rpm), este resultado puede estar relacionado con cambios en el régimen de lubricación que ocurre cuando disminuye el caudal del fluido. En bombas centrífugas, el correcto funcionamiento del sello depende en gran medida de la formación de una película fluida estable entre las superficies en contacto; si el flujo disminuye, esa película puede volverse más delgada, aumentando el rozamiento y, en consecuencia, la temperatura local. Aunque el valor registrado no alcanzó niveles críticos, sí fue superior al de otros componentes, lo que indica que el sello es el elemento más sensible frente a variaciones de carga. Este comportamiento no implica una falla inmediata, pero sí constituye una señal que merece seguimiento, un monitoreo más frecuente permitiría determinar si se trata de una condición transitoria o del inicio de un proceso de desgaste progresivo.

Alta demanda producción de laminado en caliente 300 toneladas.

En el contexto de una planta de producción de laminado en caliente, la eficiencia y la confiabilidad de los sistemas de bombeo son fundamentales para asegurar un flujo continuo y óptimo de los materiales. La bomba centrífuga se convierte en una pieza clave en este escenario, ya que su diseño permite manejar altas demandas de producción de manera efectiva. Su capacidad para trasladar grandes volúmenes de líquido a altas presiones es esencial para mantener el rendimiento de los procesos térmicos implicados en el laminado. Para lo cual se procede a realizar termografías para: motor, impulsor y rodamiento del sistema de bomba centrifuga.

 ISSN: 2953-6707

a) Caso 1.- Análisis de la termografía del motor de la bomba centrifuga con una velocidad de 1700.05 rpm en alta demanda de producción, en el cuadro Bx1 la temperatura es de 47.0 °C, mientras que en la parte donde va el alojamiento del rodamiento en Bx2 la temperatura máxima es de 44.9°C y lo mínimo 32.0°C. También se recopila información en los puntos Sp1 que se encuentra a 37.0°C, y Sp2 es de 40.0°C siendo la temperatura más alta en la parte media del motor debido al movimiento del rotor que es de Sp2 40.0°C como muestra en la figura 2.

Figura 2

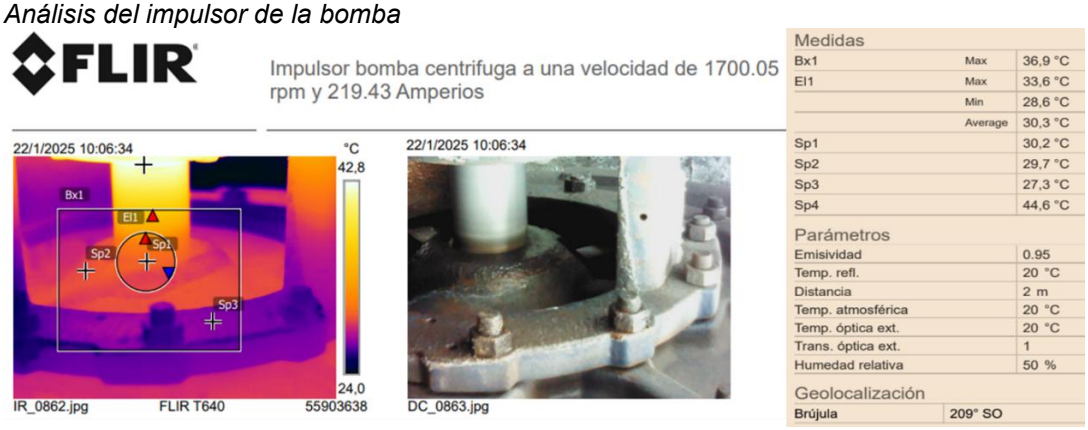
Motor de la bomba centrifuga a 1700,05rpm

Nota. Autores, (2026)

c) Caso 2.- En el impulsor de la bomba se analiza el punto de fricción con el sello mecánico donde el cuadro Bx1 la temperatura máxima es de 36.9°C, en el círculo El1 la temperatura máxima es de 33.6°C y la mínima es de 28.6°C. En los puntos Sp1 es de 30.2°C, Sp2 es de 29.7°C, Sp3 27.3°Cy Sp4 es de 44.6°C siendo el punto más alto de temperatura como muestra en la figura 3.

Figura 3

Análisis del impulsor de la bomba



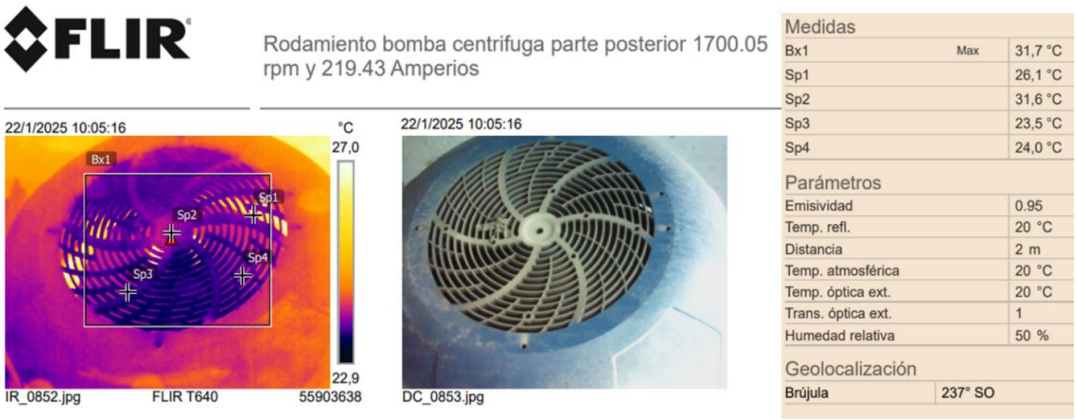
Nota. Autores, (2026)

 ISSN: 2953-6707

c) Caso 3. - En el rodamiento posterior se observa en el cuadro Bx1 la temperatura máxima de 31.7°C y en los puntos Sp1 es de 26.1°C, en Sp2 es de 31.6°C, en Sp3 es de 23.5°C, y en Sp4 es de 24.0°C, siendo el punto Sp1 la temperatura más alta debido a la transferencia de calor del rotor como muestra en la figura 4.

Figura 4

Rodamiento de la bomba parte posterior de la bomba a 1700,05 rpm



Nota. Autores, (2026)

Baja demanda producción de laminado en caliente 100 toneladas.

a) Caso 1.- Se analiza la temperatura del motor de la bomba centrifuga cuando está a una velocidad 1500.03 rpm considerada como baja demanda de producción en el cuadro Bx1 la temperatura muestra en 38.2°C, en Bx2 la temperatura máxima es de 38.2°C y la menor es de 18.8°C. En los puntos Sp1 es de 31.5°C y en el Sp2 es de 36.7°C como muestra en la figura 5.

Figura 5

Motor de la bomba a 1500,03 rpm

Nota. Autores, (2026)

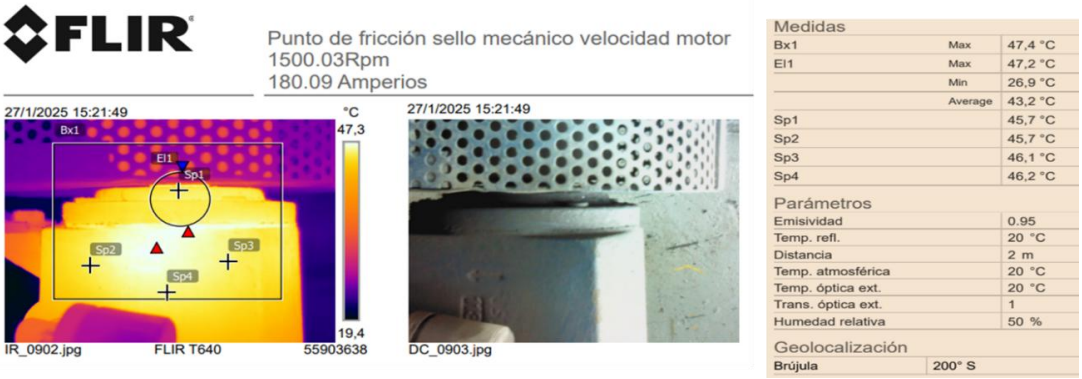
 ISSN: 2953-6707

Si se aplica la siguiente ley de

b) Caso 2.- Se analiza en el punto de fricción del sello mecánico de la bomba a una velocidad de 1500.03 rpm, en el cuadro Bx1 la temperatura máxima es de 47.5°C en el círculo El1 la temperatura máxima es de 47.2°C y la menor temperatura es de 26.9°C. En los puntos Sp1 está en 45.7°C, en Sp2 está en 45.7°C, en Sp3 se encuentra 46.1°C y en Sp4 está a 46.2°C, siendo este punto el más alto como muestra en la figura 6.

Figura 6

Análisis del sello mecánico a 1500,03 rpm

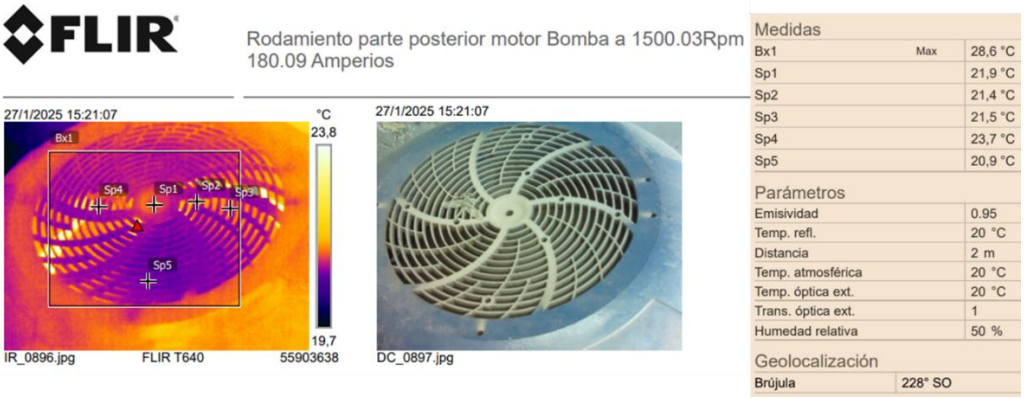


Nota. Autores, (2026)

c) Caso 3. - El rodamiento posterior del motor de la bomba cuando está a una velocidad de 1500.03 rpm presenta las siguientes temperaturas en el cuadro Bx1 está a 28.6°C en Sp1 está a una temperatura de 21.9°C, en Sp2 es de 21.4°C, en Sp3 está a 21.5°C, en Sp4 está a 23.7°C y en Sp5 está a una temperatura de 20.9°C dando como mayor temperatura en Sp4 ya que está cerca del rotor del motor como muestra en la figura 7.

Figura 7

Rodamiento parte posterior del motor a 1500,03 rpm



Nota. Autores, (2026)

 ISSN: 2953-6707

Discusión

Los resultados obtenidos en la planta evidencian que las temperaturas registradas en el motor y los rodamientos se mantuvieron dentro de rangos operativos normales (< 50 °C), mientras que el sello mecánico presentó el mayor valor térmico bajo condición de baja demanda (47.5 °C). Aunque estos valores no superan el límite crítico recomendado por el fabricante (75 °C para rodamientos externos), las diferencias térmicas observadas entre componentes sugieren variaciones en los mecanismos de fricción y lubricación bajo distintos regímenes de carga. Este comportamiento coincide con lo reportado en estudios sobre maquinaria rotativa, donde reducciones de caudal pueden alterar el régimen hidrodinámico en interfaces de sellado, incrementando la generación local de calor.

En contraste con el presente estudio, que se desarrolló bajo condiciones operativas reales sin inducción de daño, Roldán y Barbieri (2024) implementaron una metodología experimental controlada para analizar la evolución térmica de rodamientos con defectos inducidos en la pista exterior. Dichos autores evaluaron no solo valores máximos de temperatura, sino también gradientes térmicos, lo que permitió establecer criterios más robustos para la clasificación del estado del rodamiento. Esta diferencia metodológica es relevante, ya que el análisis estático de valores máximos, como el aplicado en este estudio, permite diagnóstico puntual, pero limita la capacidad predictiva frente a fallas progresivas.

Investigaciones recientes en mantenimiento predictivo han demostrado que el monitoreo continuo de tendencias térmicas, combinado con análisis vibracional, mejora significativamente la detección temprana de defectos en rodamientos y sellos mecánicos, especialmente cuando se evalúan variaciones relativas más que valores absolutos de temperatura. En este contexto, los resultados obtenidos en la planta representan un primer nivel de diagnóstico, útil para mantenimiento preventivo basado en condición, pero aún insuficiente para modelado predictivo avanzado.

Por otro lado, el estudio desarrollado por Smith y Johnson (2020) en bombas centrífugas Hidrostal evidenció que el desgaste abrasivo asociado a fluidos con elevada alcalinidad y dureza incrementa progresivamente la temperatura en rodamientos y sellos, afectando la eficiencia hidráulica y reduciendo la velocidad efectiva del motor. En aquel caso, el sobrepaso de parámetros fisicoquímicos del fluido (17.3 % por encima del límite tolerable) se correlacionó con incrementos térmicos sostenidos y pérdida de desempeño. Aunque en el presente estudio no se registraron temperaturas críticas, la literatura confirma que la calidad del fluido transportado constituye un factor determinante en la evolución térmica de componentes mecánicos, lo cual refuerza la necesidad de monitoreo integral que combine variables mecánicas y químicas.

Es importante señalar que los valores térmicos obtenidos en esta investigación no evidencian falla inminente; sin embargo, la diferencia observada en el sello mecánico bajo baja demanda sugiere posible alteración en la lubricación o microdesalineación incipiente. Estudios en equipos rotativos han demostrado que incrementos térmicos localizados, incluso dentro de rango seguro, pueden constituir indicadores tempranos de degradación si presentan tendencia creciente en el tiempo.

En consecuencia, el principal aporte del presente estudio radica en la caracterización comparativa del comportamiento térmico bajo tres regímenes operativos reales, lo cual permite establecer una línea base térmica para la bomba analizada. No obstante, para alcanzar un enfoque predictivo de mayor robustez, se recomienda incorporar análisis evolutivo temporal, cálculo de tasas de incremento térmico y correlación con parámetros vibracionales y de calidad del fluido, siguiendo metodologías reportadas en literatura indexada sobre mantenimiento basado en condición

Conclusiones

Se determinó que la identificación de puntos críticos mediante termografía infrarroja constituye una herramienta de diagnóstico no invasiva superior a las inspecciones visuales rutinarias. Al contrastar los umbrales de diseño del fabricante con los perfiles térmicos obtenidos por la cámara FLIR T640, se establecieron patrones de desgaste específicos en sellos y rodamientos que facilitan la toma de decisiones basada en condiciones reales de operación. En consecuencia, el uso de esta tecnología permite optimizar los ciclos de mantenimiento preventivo, reduciendo significativamente la incertidumbre y los costos asociados a paradas no programadas por fallos imprevistos en los componentes críticos.

La elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de una bomba centrífuga fue diseñado para satisfacer las necesidades de la empresa y aumentar la disponibilidad, incluye un sistema de información que permite tener un registro detallado de los trabajos que se realizarán y los horarios en los que se realizará el mantenimiento. En este contexto se identificó con una cámara termográfica FLIR T640 los puntos de temperatura críticos en los rodamientos y componentes que se encuentran en fricción en una bomba centrífuga que está entre los 44.9°C cuando la velocidad esta 1700.03 rpm, por lo que se aconseja llevar a cabo revisiones regulares para identificar sobrecalentamiento, lo que podría señalar inconvenientes de mala lubricación, desalineación o deterioro excesivo. Es crucial comparar las lecturas con los valores habituales de funcionamiento y tomar medidas preventivas si se observan irregularidades. Además, es necesario establecer mantenimientos correctivos en situaciones de temperaturas constantes altas, para prevenir fallos imprevistos y una disminución de la eficiencia.

Referencias

Abarca, D., y Iglesias, F. (29 de Noviembre de 2024). *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo mediante la aplicación de termografía industrial en los motores eléctricos de la planta de eurolit en la empresa TUBASEC C.A.* Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3061

Arroyo, C., y Obando, R. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. E-IDEA Journal of Engineering Science, 59 - 69.

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas. EPISTEME. Obtenido de https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf

Asimer. (2025). *Aplicaciones industriales de las bombas centrífugas.* Obtenido de https://www.asimergroup.com/aplicaciones-industriales-de-las-bombas-centrifugas/

Cabrera, J. y Guanipa, F. (2010). *Estudio y propuestas de solución para fallos recurrentes en bombas centrífugas horizontales.* Revista científica de ingeniería mecánica. 13 (2), pp. 32-38. http://scielo.sld.cu/pdf/im/v13n2/im04210.pdf

Cortés, M., y Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre la Metodología de la investigación*. México. Colección didáctica. Obtenido de https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pd

Cryospain. (2022). *Mantenimiento de bombas centrífugas: consejos para realizarlo de forma preventiva.* Obtenido de *https://cryospain.com/es/mantenimiento-bombas-centrifugas-consejos*

Dynapro. (2026). Beneficios de un buen mantenimiento. Obtenido de https://dynaproco.com/technical-support-resources/descubre-los-beneficios-del-mantenimiento-de-bombas-industriales

García, G., y Muñoz, A. (14 de Octubre de 2024). *Análisis de metodologías del mantenimiento preventivo en el sector industrial*. Tesis de Grado. Universidad Privada del Norte. Perú. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23030

Lufilsur. (2026). *¿Cómo influye la calidad del agua en los procesos de mecanizado?* Obtenido de https://www.lufilsur.es/como-influye-la-calidad-del-agua-en-los-procesos-de-mecanizado/

 ISSN: 2953-6707

Lugo, L., Vargas, R., y Rincón, W. (08 de Octubre de 2024). *Optimización de un plan de mantenimiento preventivo, mediante análisis espacial*. Tesis de Grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/d772821f-a7c4-42e6-a882-7f67e5df4254/content

Osorio, E., y Roy, S. (20 de Mayo de 2024). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponivilidad de la perforación diamantina superdrill h600 de la empresa MAQPAWER S.A.C.* Tesis de Grado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1657/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Roldán, S., y Barbieri, G. (14 de Agosto de 2024). *Identificación de características para la clasificación del estado de salud de rodamientos de bolas con termografía*. Obtenido de https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/bbf06d33-4839-4141-bea7-6f6178716f41/content

Ruíz, F. (16 de agosto de 2024). *Cámaras Termográficas: Prevención y Seguridad en tus Procesos Industriales*. NUTEC fibratec: https://nutec.com/es/newsroom/articulos/camaras-termograficas-en-procesos-industriales

Smith, A., y Johnson, C. (2020). *Effects of water quality on centrifugal pump performance*. International Journal of Pump Engineering, 215 - 222.

 ISSN: 2953-6707