

**Análisis vibracional como técnica de monitoreo de condición para apoyar la gestión de
activos rotativos críticos en Colombia.**

Juan Felipe Franco Carreño

**Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento y
Gestión de Activos**

Director

María Magdalena Pineda Blanco

Química Ambiental

Universidad Santo Tomás, Tunja

División de Arquitectura e Ingenierías

Especialización en Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos

2026

Contenido

Introducción	7
1. Planteamiento del problema.....	9
2. Justificación	10
3. Objetivos	12
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos específicos	12
4. Marco Referencial.....	13
5. Marco Teórico.....	14
5.1 Gestión de Activos.....	14
5.2 Mantenimiento Predictivo.....	14
5.3 Monitoreo de Condición	15
5.4 Análisis Vibracional y Diagnostico de Fallas.....	15
5.5 Proceso de Análisis de Vibraciones	16g
5.5.1 Medición de datos	16
5.5.2 Procesamiento de la señal	16
5.5.3 Análisis de datos	16
5.5.4 Diagnóstico y recomendaciones	17
6. Resultados	17
7. Conclusiones	24
Referencias.....	26
Anexos	¡Error! Marcador no definido.

Resumen

La Misión Académica Internacional realizada en México permitió conocer de primera mano diferentes experiencias relacionadas con mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos. Durante las visitas que se llevaron a cabo, el análisis vibracional llamó la atención por su aplicación en el monitoreo de condición y en el diagnóstico de fallas en maquinaria rotativa crítica. Este tipo de activos pueden presentar deterioros como desbalanceo, desalineación y defectos en rodamientos, los cuales se pueden detectar con análisis de vibraciones y permiten apoyar la toma de decisiones de mantenimiento basadas en condición (Mobley, 2002; Randall, 2011; ISO 17359, 2018). A partir de esta visita, surge el interés por analizar las posibilidades y el potencial del análisis vibracional en el contexto industrial colombiano. Para el desarrollo del trabajo se tomó como punto de partida la experiencia adquirida durante la misión académica y se complementó con una revisión bibliográfica en la que se hace un análisis comparativo entre las aplicaciones observadas en México y las oportunidades de implementación en Colombia. A partir de los resultados se busca identificar criterios de aplicación que orienten la selección de activos, la aplicación del análisis vibracional y la toma de decisiones de mantenimiento basadas en condición, de acuerdo con los principios de gestión de activos definidos por la norma ISO 55000 (ISO, 2014).

Palabras clave: análisis vibracional, monitoreo de condición, gestión de activos, activos rotativos críticos, confiabilidad

Abstract

The International Academic Mission conducted in Mexico provided first-hand exposure to different experiences related to maintenance, reliability, and asset management. During the visits, vibration analysis stood out due to its application in condition monitoring and fault diagnosis of critical rotating machinery. These assets may experience degradation mechanisms such as imbalance, misalignment, and bearing defects, which can be detected through vibration analysis, supporting condition-based maintenance decision-making (Mobley, 2002; Randall, 2011; ISO 17359, 2018). This experience motivated an analysis of the opportunities and potential of vibration analysis within the Colombian industrial context. The study was developed based on the knowledge and observations acquired during the academic mission and was complemented by a literature review, including a comparative analysis between the applications observed in Mexico and the implementation opportunities identified in Colombia. The results are intended to establish application criteria for asset selection, the use of vibration analysis, and condition-based maintenance decision-making, in accordance with the asset management principles defined by ISO 55000 (ISO, 2014).

Keywords: vibration analysis, condition monitoring, asset management, critical rotating assets, reliability

Glosario

Activo crítico: Equipo físico cuya falla genera consecuencias significativas sobre la seguridad, la producción, el ambiente o los costos de una organización.

Activos rotativos: Equipos mecánicos que realizan movimiento de rotación durante su operación, tales como motores eléctricos, bombas, ventiladores, compresores y turbinas.

Análisis vibracional: Técnica de monitoreo de condición que evalúa el comportamiento dinámico de equipos rotativos mediante la medición y análisis de vibraciones mecánicas para detectar fallas potenciales.

Confiabilidad operacional: Posibilidad de que un activo continúe funcionando de forma esperada, manteniendo su desempeño y disponibilidad durante su operación.

Desalineación: Condición en la que los ejes de máquinas acopladas no se encuentran correctamente alineados, generando vibraciones, desgaste y posibles fallas mecánicas.

Desbalanceo: Distribución desigual de masa en un elemento rotativo que produce fuerzas centrífugas y niveles anormales de vibración durante la operación.

Diagnóstico de fallas: Proceso de identificación y análisis de anomalías o defectos presentes en un activo con el fin de determinar su causa y severidad.

FFT (Transformada Rápida de Fourier): Técnica que ayuda a separar la señal en las distintas frecuencias que la conforman. Ayudando a facilitar la interpretación de los datos e identificación de fallas presentes en el equipo.

Gestión de activos: Busca que las organizaciones obtengan el mejor desempeño de sus activos a lo largo del ciclo de vida.

Mantenimiento predictivo: Estrategia que permite monitorear y analizar de la condición real de los equipos para anticipar fallas y programar intervenciones oportunas.

Monitoreo de condición: Proceso de medición y análisis de parámetros físicos de un activo para determinar su estado operativo y detectar anomalías antes de que ocurran fallas funcionales.

Introducción

Durante los últimos años, la gestión de activos y el mantenimiento industrial han venido experimentando cambios importantes debido a la necesidad de mejorar la confiabilidad y lograr que los equipos aporten valor a la operación desde su puesta en marcha hasta su reemplazo. Las organizaciones buscan implementar estrategias que permitan anticipar fallas, optimizar recursos y reducir los costos asociados a paradas no programadas. Como resultado, el mantenimiento predictivo y las técnicas de seguimiento para conocer la condición de los equipos, han adquirido una importancia creciente para llevar a cabo la de gestión de activos.

Dentro de las estrategias usadas, el control de la condición de los activos ocupa un lugar importante porque permite conocer el estado real de los equipos a partir del seguimiento de variables de operación. Dependiendo del tipo de activo y de la información que se requiera obtener, pueden emplearse técnicas como la termografía, el análisis de lubricantes, los ensayos ultrasónicos y el análisis vibracional. Este último ha demostrado ser útil y efectivo consolidado como una herramienta efectiva para la detección temprana de fallas en maquinaria rotativa, permitiendo identificar anomalías como desbalanceo, desalineación, defectos en rodamientos y problemas en engranajes, antes de que estos generen afectaciones significativas en la operación (Mobley, 2002; Randall, 2011).

El análisis vibracional está directamente relacionado con los lineamientos propuestos en la norma ISO 55000, los cuales buscan equilibrar aspectos relacionados con el riesgo, el desempeño y los costos asociados a los activos. Cuando se conoce la condición de los activos, es posible

planificar intervenciones de mantenimiento más eficientes que ayuden a contribuir al logro de los objetivos organizacionales.

Durante la Misión Académica Internacional realizada en México se observaron diferentes experiencias relacionadas con mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos, evidenciando aplicaciones del análisis vibracional en activos rotativos críticos de diversos sectores industriales. Estas experiencias fueron clave para identificar el potencial de esta técnica como herramienta de apoyo para estrategias de mantenimiento basado en condición y para la mejora de la confiabilidad operacional.

A partir de estas observaciones surge el interés por analizar las posibilidades de aplicación del análisis vibracional en el contexto colombiano, identificando oportunidades, criterios de implementación y aportes potenciales a la gestión de activos rotativos críticos. El presente trabajo busca evaluar el potencial de esta técnica como herramienta de monitoreo de condición para apoyar la toma de decisiones y la planificación del mantenimiento, contribuyendo al fortalecimiento de la confiabilidad operacional en la industria colombiana.

Análisis vibracional como técnica de monitoreo de condición para apoyar la gestión de activos rotativos críticos en Colombia

1. Planteamiento del problema

En la mayoría de las organizaciones industriales, la continuidad de la operación depende de la disponibilidad, confiabilidad y desempeño de los equipos que hacen parte del proceso productivo. Los activos rotativos críticos, tales como motores, bombas, ventiladores, compresores y reductores, desempeñan un papel fundamental en múltiples procesos industriales. Sin embargo, estos equipos están expuestos a presentar fallas progresivas como desbalanceo, desalineación, desgaste en rodamientos y defectos mecánicos, y aun más si el plan de mantenimiento aplicado no es el adecuado, al final esto se traduce en impacto directo en la producción, costos operativos y riesgo en la seguridad industrial (Crespo Azanza et al., 2024).

Tradicionalmente, muchas organizaciones han implementado distintas estrategias de mantenimiento para reducir la ocurrencia de fallas. Una de las más utilizadas ha sido el mantenimiento preventivo basado en intervalos de tiempo o recomendaciones del fabricante. Aunque este enfoque ayuda a mitigar la probabilidad de falla; presenta limitaciones, ya que no siempre refleja la condición real del activo, lo que puede llevar a intervenciones innecesarias o a pasar por alto deterioros en los equipos. En contraste, el mantenimiento predictivo basado en condición ha ganado relevancia y su ventaja principal es que evalúa el comportamiento real de los equipos mediante el seguimiento de variables que permiten identificar cambios en el funcionamiento de los activos. Según Romanssini et al. (2023), este enfoque facilita la detección de anomalías a tiempo y optimiza la planificación para las intervenciones de mantenimiento. De

igual manera, Tiboni et al. (2022) señala que las técnicas de monitoreo de condición aportan información objetiva para apoyar y soportar las decisiones que contribuyan al desempeño operacional.

Durante la Misión fue posible observar aplicaciones del análisis vibracional en equipos de alta criticidad, evidenciando su integración dentro de prácticas enfocadas en el seguimiento del estado de los equipos y en la administración de los activos. Aunque en Colombia existen aplicaciones relacionadas con esta técnica, aún resulta pertinente analizar de manera más detallada su potencial de aplicación en distintos sectores industriales.

2. Justificación

La gestión de los activos rotativos críticos representa un desafío constante para las organizaciones industriales, debido a que las fallas en los equipos puede afectar la continuidad operacional, incrementar los costos de mantenimiento y comprometer los objetivos de las empresas. En sectores como minería, energía, manufactura y alimentos, donde estos equipos desempeñan funciones esenciales dentro de los procesos productivos, es necesario contar con herramientas que permitan conocer oportunamente su condición y apoyar la toma de decisiones de mantenimiento.

La elaboración de este trabajo permitió comprender con mayor detalle cómo el análisis vibracional puede apoyar la gestión de activos y las actividades de mantenimiento; integrando conocimientos obtenidos mediante la revisión de la literatura y la sistematización de experiencias

observadas durante la Misión Académica. Asimismo, permite fortalecer la formación en temas relacionados con mantenimiento predictivo, confiabilidad operacional y optimización de recursos.

El análisis puede aportar elementos de referencia para organizaciones interesadas en fortalecer sus procesos de mantenimiento y busca identificar criterios para la selección de activos, la aplicación de técnicas de análisis vibracional y el aprovechamiento de la información obtenida para apoyar estrategias de mantenimiento basadas en condición. Estos elementos pueden servir como referencia para fortalecer procesos de gestión de activos considerando los principios descritos en la norma ISO 55000.

En el contexto de la industria colombiana, este análisis toma relevancia debido a las oportunidades existentes para ampliar el uso de herramientas de mantenimiento predictivo en activos rotativos críticos. Los beneficios del análisis vibracional dependen de aspectos como la selección adecuada de los activos a monitorear, la calidad de las mediciones realizadas y la capacidad de interpretar la información para apoyar decisiones basadas en condición. Teniendo en cuenta estas consideraciones, esta técnica puede constituirse en un apoyo importante para fortalecer la confiabilidad operacional y la gestión de activos dentro de diferentes sectores industriales (Romanssini et al., 2023).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar el potencial del análisis vibracional como herramienta de monitoreo de condición en activos rotativos críticos en Colombia, a partir de las experiencias observadas durante la Misión Académica Internacional y de la revisión de literatura especializada.

3.2 Objetivos específicos

Consultar la literatura especializada sobre mantenimiento predictivo, monitoreo de condición y análisis vibracional aplicado a activos rotativos críticos.

Sistematizar las experiencias, investigaciones y aplicaciones observadas durante la misión académica relacionadas con el uso del análisis vibracional.

Comparar las aplicaciones observadas con las oportunidades y criterios de implementación del análisis vibracional como herramienta de monitoreo de condición en activos rotativos críticos en Colombia.

4. Marco Referencial

La presente investigación se desarrolla a partir de los conocimientos y experiencias adquiridas durante la Misión Académica Internacional realizada en México, actividad que hizo parte del proceso de formación de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos. Durante esta actividad fue posible conocer usos académicos e industriales relacionados con mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos, así como la aplicación de las técnicas en entornos reales.

Uno de los aspectos que más me llamo la atención fue el uso de tecnologías de monitoreo de condición en sectores industriales y aeronáuticos, donde se evidenció cómo el seguimiento del estado de los equipos permite detectar anomalías antes de que estas afecten la operación. Estas aplicaciones permitieron reconocer el potencial de esta técnica para contribuir al mejoramiento de la confiabilidad operacional y la gestión de activos.

Las aplicaciones observadas mostraron que la información obtenida a través de las vibraciones no solo se utiliza para identificar posibles fallas, sino también para respaldar decisiones relacionadas con la programación del mantenimiento y la gestión de los recursos. En algunos casos, esta información formaba parte de estrategias más amplias enfocadas en mejorar la confiabilidad de los activos y reducir el impacto de las detenciones no programadas.

En conclusión, estas prácticas podrían desarrollarse sin dificultades en la industria colombiana. Sin embargo, uno de los retos más frecuentes suele estar relacionado con la aceptación

del cambio. En muchas ocasiones las organizaciones prefieren continuar trabajando de la forma en que siempre lo han hecho, lo que puede hacer más lenta la incorporación de nuevas herramientas y estrategias de mantenimiento. Por ello, el desafío no solo consiste en disponer de la tecnología, sino también en generar confianza sobre sus beneficios y promover su utilización dentro de los procesos organizacionales.

5. Marco Teórico

5.1 Gestión de Activos

Es una disciplina orientada a maximizar el valor que los activos físicos aportan a una organización durante su vida útil. Según la norma ISO 55000 (2014), este enfoque integra aspectos relacionados con costo, riesgo, desempeño y sostenibilidad, permitiendo que las decisiones sobre operación, mantenimiento y renovación de activos respondan a las necesidades y metas de la organización.

5.2 Mantenimiento Predictivo

Es una estrategia basada en la evaluación periódica o continua de variables asociadas al funcionamiento de los equipos con el fin de identificar condiciones anormales antes de que se produzcan fallas funcionales. A diferencia del mantenimiento preventivo tradicional, esta

estrategia permite planificar intervenciones de acuerdo con la condición real del activo, optimizando recursos y reduciendo tiempos de inactividad no programados (Romanssini et al., 2023).

5.3 Monitoreo de Condición

El monitoreo de condición comprende las actividades orientadas a evaluar el estado de los activos mediante la medición y análisis de variables físicas durante su operación. De acuerdo con la norma ISO 17359 (2018), estas actividades proporcionan información que facilita la detección de señales de deterioro en etapas iniciales y apoya la definición de acciones de mantenimiento basadas en evidencia técnica. Para conocer el estado de los equipos las organizaciones se apoyan en herramientas como la termografía, el análisis de lubricantes, los ensayos ultrasónicos y el análisis vibracional.

5.4 Análisis Vibracional y Diagnostico de Fallas

El análisis vibracional ayuda a determinar el estado operativo de la maquina mediante la interpretación de las vibraciones generadas durante su funcionamiento. Su aplicación permite identificar fallas asociadas a fenómenos como desbalanceo, desalineación, defectos en rodamientos y problemas en engranajes, facilitando su detección temprana antes de que afecten significativamente la operación de los equipos (Crespo Azanza et al., 2024).

Según Tiboni et al. (2022), el análisis vibracional es una de las herramientas más utilizadas en diagnóstico debido a su carácter no invasivo y a su capacidad para proporcionar información sobre la condición real del activo. Complementariamente, la normativa ISO 20816 propone recomendaciones para la medición y evaluación de vibraciones mecánicas, contribuyendo a la interpretación de resultados y al diagnóstico técnico de los equipos.

5.5 Proceso de Análisis de Vibraciones

5.5.1 Medición de datos

Se usan sensores como acelerómetros que capturan las vibraciones del equipo; los datos se recolectan periódicamente con un colector de datos portátil o de forma continua con un sistema en línea.

5.5.2 Procesamiento de la señal

Se usa la Transformada Rápida de Fourier (FFT) para descomponer la señal compleja en frecuencias individuales que permiten revelar la energía de la vibración en cada frecuencia.

5.5.3 Análisis de datos

Se compara el espectro de la máquina con la línea base normal o con los estándares del sector. La aparición de picos en frecuencias específicas o el aumento de su magnitud son indicadores de fallos (Mobley, 2017). Por ejemplo, un pico elevado en la frecuencia de rotación (1X) es un indicador de desequilibrio; si el pico se presenta en dos veces la frecuencia de rotación (2X), es

probable que la causa sea una desalineación. Los picos a frecuencias más altas y menos obvias pueden indicar fallas en rodamientos o engranajes.

5.5.4 Diagnóstico y recomendaciones

Con base en el análisis, se emite un informe de diagnóstico detallado que especifica la naturaleza y severidad de la falla y se recomienda una acción correctiva, como el reemplazo de un componente.

6. Resultados

Los resultados presentados en este capítulo se derivan del análisis de la información recopilada mediante la revisión bibliográfica de artículos científicos y estudios relacionados con la aplicación del análisis vibracional en activos rotativos críticos en Colombia y México. Esta revisión fue complementada con la sistematización de las experiencias observadas durante la Misión Académica Internacional realizada en México.

Para el desarrollo del análisis, se elaboró una matriz de revisión bibliográfica que permitió organizar y clasificar la información obtenida de las diferentes fuentes consultadas; incluyendo país, sector industrial, tipo de activo rotativo, fallas identificadas, las técnicas utilizadas y las principales aplicaciones reportadas en cada país.

A partir de la información tabulada se realizó un análisis comparativo entre Colombia y México, identificando tendencias de aplicación, sectores con mayor utilización de esta técnica y

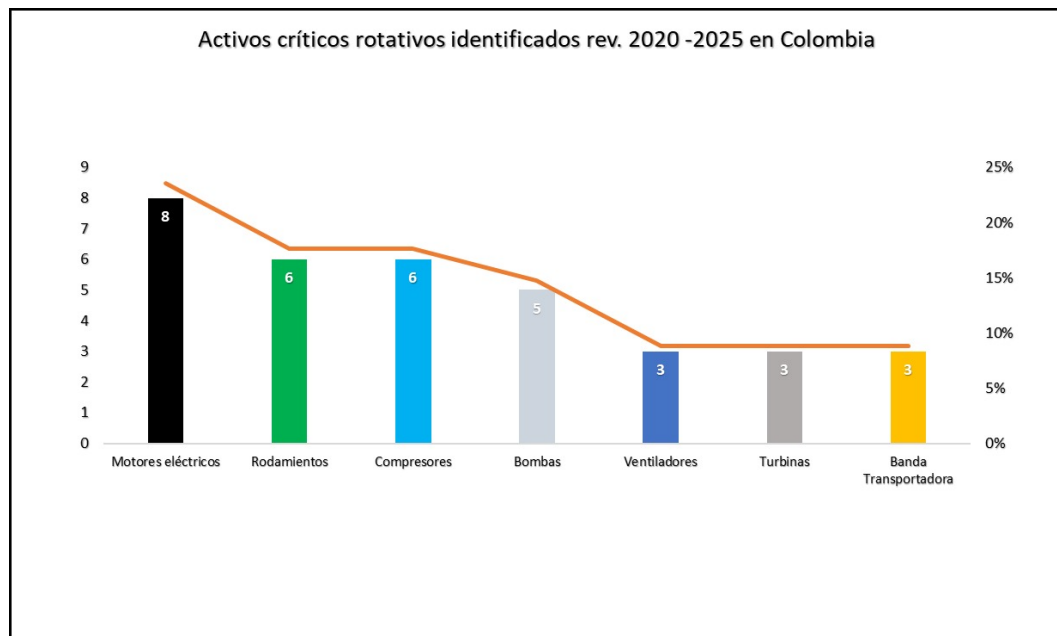
activos rotativos críticos con potencial de implementación dentro del contexto industrial colombiano. Los resultados obtenidos permitieron establecer criterios de aplicación del análisis vibracional como herramienta de monitoreo de condición para apoyar la gestión de activos.

6.1 Activos rotativos críticos identificados en Colombia

La información analizada evidenció que el análisis vibracional es una de las técnicas de monitoreo de condición más utilizadas en la gestión de activos rotativos críticos. Asimismo, se observó que su aplicación facilita la detección temprana de anomalías asociadas al funcionamiento de los equipos y proporciona información útil para la planificación de intervenciones de mantenimiento basadas en condición.

Entre los equipos más representativos se encuentran motores eléctricos, bombas, ventiladores, rodamientos, compresores, turbinas y bandas transportadoras. Estos activos fueron recurrentemente mencionados en los estudios revisados debido a que presentan mecanismos de falla detectables mediante análisis de vibraciones, tales como desbalanceo, desalineación, desgaste mecánico y defectos en rodamientos.

Figura 1. *Activos críticos rotativos en Colombia*



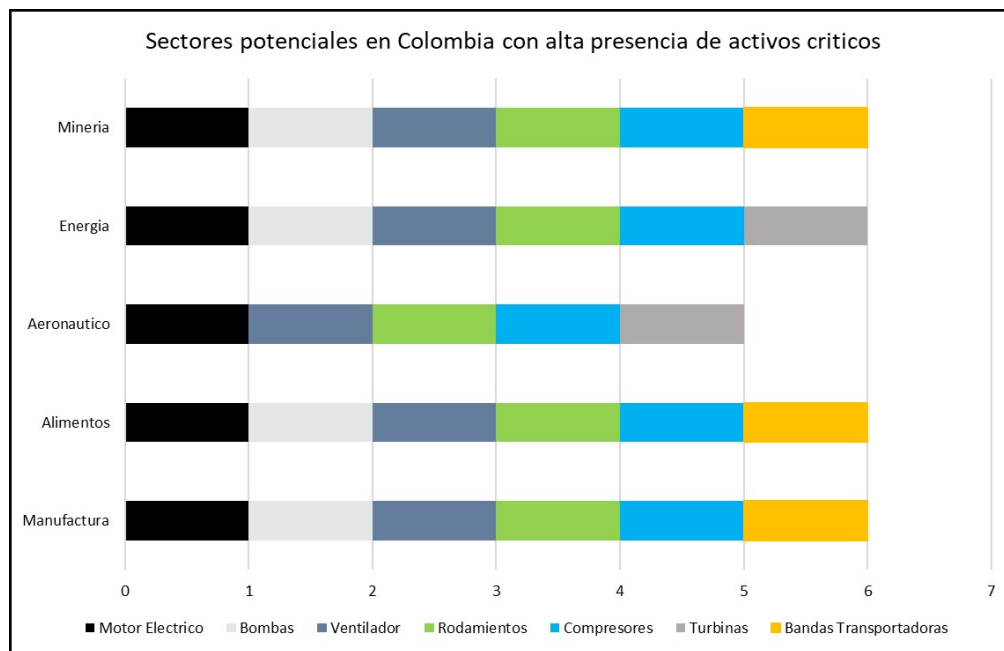
Fuente: Construcción propia a partir del análisis de las fuentes consultadas

6.2 Sectores industriales con potencial de aplicación en Colombia

Con base en la información recopilada, se identificó que sectores como minería, energía, manufactura y alimentos cuentan con una importante presencia de activos rotativos críticos que pueden beneficiarse de la aplicación del análisis vibracional. En estos sectores, los equipos rotativos cumplen funciones esenciales dentro de los procesos productivos y tienen influencia directa sobre la disponibilidad y confiabilidad operacional.

Asimismo, se observó que sectores como el aeronáutico y el energético utilizan equipos de alta criticidad, entre ellos compresores y turbinas, donde la detección temprana de fallas puede contribuir a disminuir interrupciones no programadas y reducir los costos asociados a actividades correctivas.

Figura 2. Distribución sectorial de activos críticos



Fuente: Construcción propia a partir del análisis de las fuentes consultadas Colombia – México (2020-2025)

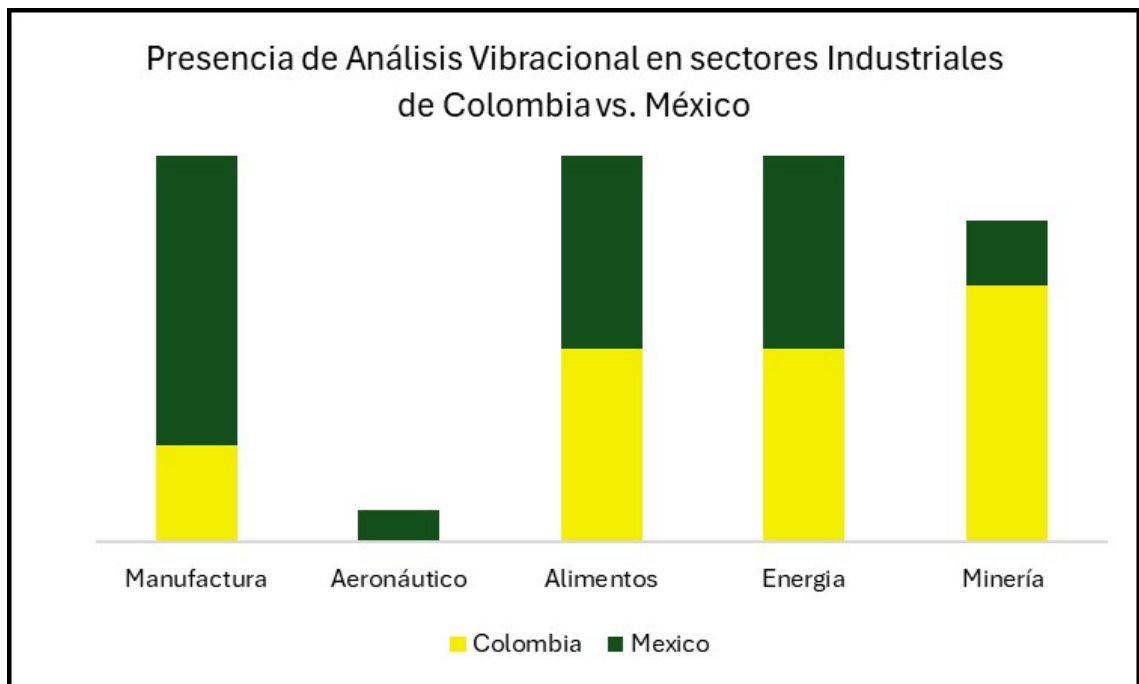
6.3 Comparación de aplicaciones Colombia vs. México

La comparación de los documentos revisados permitió identificar diferencias en la distribución de aplicaciones del análisis vibracional entre ambos países. En México se encontró una mayor cantidad de referencias relacionadas con el sector manufacturero y aeronáutico, mientras que en Colombia las aplicaciones reportadas se concentran principalmente en minería, energía y alimentos.

Estos hallazgos evidencian el interés de diferentes sectores por incorporar herramientas que permitan conocer la condición de los equipos y la contribución para que las acciones de mantenimiento se realicen en el momento más adecuado.

Asimismo, la información revisada muestra que el análisis vibracional se utiliza con frecuencia en motores eléctricos, bombas, ventiladores, compresores y otros equipos rotativos considerados críticos para la operación.

Figura 3. *Uso del análisis vibracional en Colombia y México*



Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias consultadas

6.4 Matriz de criterios para la aplicación del análisis vibracional

La información recopilada en la matriz de revisión bibliográfica sirvió como base para el análisis desarrollado en este trabajo. Su construcción permitió identificar patrones comunes entre los estudios revisados, establecer relaciones entre sectores industriales, activos rotativos críticos y

tipos de fallas detectadas mediante análisis vibracional, así como reconocer oportunidades de aplicación en el contexto colombiano.

Al analizar la matriz se encontró que equipos como motores eléctricos, bombas, ventiladores, rodamientos y compresores están presentes en varios de los sectores estudiados. Esto demuestra la importancia que tienen estos activos dentro de los procesos industriales, ya que una falla en cualquiera de ellos puede afectar la producción, aumentar los costos de mantenimiento y generar tiempos de inactividad no planeados.

También se identificó que muchas de las fallas que presentan estos equipos son similares. Entre las más frecuentes se encuentran el desbalanceo, la desalineación, el desgaste mecánico y los daños en rodamientos. Estas condiciones pueden detectarse mediante el análisis vibracional antes de que ocasionen problemas de mayor impacto para el equipo, permitiendo programar intervenciones de mantenimiento con mayor anticipación.

Otro aspecto importante es que no todos los activos requieren el mismo tipo de análisis. En muchos casos, el análisis espectral es capaz de identificar anomalías en la operación de los equipos. Sin embargo, para componentes como los rodamientos es necesario complementar el diagnóstico con otras técnicas, como el análisis de envolvente, mientras que en equipos de mayor criticidad, como turbinas y compresores, el monitoreo continuo puede proporcionar información más precisa sobre su condición.

Tabla 1. *Matriz de aplicación del análisis vibracional*

Matriz de Criterios de Aplicación del Análisis Vibracional en Activos Rotativos Críticos para Sectores Industriales en Colombia				
Activo rotativo	Sector	Falla detectable	Técnica de análisis vibracional	Uso del análisis de vibraciones
Motores eléctricos	Manufactura	Desbalance, desalineación, fallas en rodamientos	Análisis espectral de vibraciones	Detectar fallas antes de que provoquen una parada
Bombas	Alimentos / Energía	Cavitación, desalineación, desgaste	Análisis espectral y tendencia de vibración	Monitorear el estado operativo del equipo
Ventiladores	Manufactura	Desbalance y holguras mecánicas	Análisis espectral	Identificar anomalías en operación
Rodamientos	Todos los sectores	Desgaste y daño de elementos rodantes	Análisis de envolvente y espectral	Detectar fallas tempranas
Compresores	Energía / Industria	Vibraciones excesivas y desalineación	Análisis espectral	Reducir fallas inesperadas
Turbinas	Energía	Desbalance y roce mecánico	Análisis espectral y monitoreo continuo	Mejorar la confiabilidad operacional
Bandas Transportadoras	Minería	Desalineación y desgaste mecánico	Tendencia de vibración	Prevenir paradas no programadas

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura especializada

6.5 Síntesis de los hallazgos

El análisis vibracional no solo constituye una herramienta para la detección de fallas, sino también un apoyo para orientar las decisiones relacionadas con administración de los activos y el mantenimiento basado en condición. La información obtenida a través de esta técnica puede contribuir a priorizar intervenciones, optimizar recursos de mantenimiento y disminuir el riesgo de paradas no programadas.

Finalmente, los resultados muestran que sectores como manufactura, energía, minería y alimentos cuentan con condiciones favorables para la aplicación del análisis vibracional, debido a la cantidad de activos rotativos críticos que utilizan en sus procesos. Esto permite considerar el potencial de la técnica para mejorar la confiabilidad operacional y contribuir a que los activos generen mejores resultados para la organización.

7. Conclusiones

La revisión bibliográfica realizada y las experiencias observadas en México permitieron confirmar que el análisis vibracional constituye una de las técnicas de monitoreo de condición más utilizadas para la gestión de activos rotativos críticos. La literatura evidencia su capacidad para detectar de manera temprana fallas asociadas a desbalanceo, desalineación, defectos en rodamientos y otros mecanismos de deterioro presentes en maquinaria rotativa.

El análisis comparativo entre Colombia y México permitió identificar que ambos países cuentan con aplicaciones del análisis vibracional en sectores industriales estratégicos; sin embargo, las experiencias observadas en México evidencian un mayor nivel de integración tecnológica, caracterizado por el uso de sistemas de monitoreo en línea, sensores avanzados y herramientas digitales para el diagnóstico de fallas. Estos resultados muestran oportunidades de fortalecimiento para la implementación de estrategias de monitoreo de condición en el contexto industrial colombiano.

Los resultados obtenidos mediante la matriz de revisión bibliográfica permitieron identificar que motores eléctricos, bombas, ventiladores, rodamientos y compresores son los activos rotativos críticos con mayor potencial para la aplicación del análisis vibracional en Colombia. Asimismo, se evidenció que sectores como manufactura, energía, minería y alimentos presentan condiciones favorables para incorporar esta técnica dentro de sus programas de mantenimiento basado en condición y gestión de activos.

Se identificó que la efectividad del análisis vibracional depende de factores como la criticidad del activo, la calidad de los datos recopilados, la interpretación de la información, la disponibilidad de recursos tecnológicos y la capacitación del personal encargado del monitoreo y diagnóstico. Estos aspectos deben considerarse para garantizar el acceso a información que ayude a determinar cuándo y como intervenir los equipos.

Finalmente, los resultados obtenidos contribuyen al conocimiento sobre el potencial del análisis vibracional en Colombia y evidencian su capacidad para apoyar la mejora de la confiabilidad operacional; el uso eficiente de los recursos disponibles y la disminución de los riesgos operativos.

Referencias

- Araujo Vargas, J. E., Franklin Coronel, D. Y., & Arias Ruiz, V. M. (2022). Diagnóstico predictivo de fallas en motores mediante análisis vibracional e inteligencia artificial. *Revista Ingeniería e Innovación*, Universidad de Córdoba.
- Araujo, J. E., Franklin, D. Y., & Arias, V. M. (2023). Detección y diagnóstico de fallas en motores mediante el análisis de vibraciones aplicando técnicas de inteligencia artificial. *Revista de Ingeniería y Competitividad*, 25(1), 45–58.
- Crespo Azanza, H. E., Arias Reyes, C. P., & Zhigüe Tene, C. E. (2024). Evolución del análisis de vibraciones en mantenimiento predictivo, en relación a los patrones de vibración en elementos mecánicos. Instituto Superior Tecnológico Ismael Pérez Pazmiño.
- Dueñas-Ramírez, L. M., Villegas-López, G. A., Castiblanco-Tique, S., & Castaño-Restrepo, C. A. (2021). Casos de éxito en la implementación del mantenimiento predictivo mediante el uso de tecnologías de la industria 4.0 en empresas colombianas. *Actas del Congreso Internacional de Ingeniería de Sistemas*, 109–121. <https://doi.org/10.26439/ciis2020.5508>
- International Organization for Standardization. (2014). ISO 55000:2014 Asset management—Overview, principles and terminology. ISO.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 17359:2018 Condition monitoring and diagnostics of machines—General guidelines. ISO.

International Organization for Standardization. (2022). ISO 20816 Mechanical vibration—Measurement and evaluation of machine vibration. ISO.

Lara Muñoz, J., Viveros Torres, S., & Reyna Vargas, M. (2025). Sistema web de análisis en tiempo real para mantenimiento predictivo de un banco de vibraciones mecánicas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 15(30).

López, M., Martínez, P., & Rojas, L. (2026). Sistema experto para la detección de fallas en maquinaria rotativa basado en análisis vibracional. *Revista de Ingeniería Colombiana* (en publicación).

Marcos, F., Tamaki, R., Cámara, M., Yagüe, V., & Blanco, J. L. (2023). IA para el mantenimiento predictivo en canteras: modelado mediante aprendizaje automático. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2310.16140>

Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

Molina Salgado, J., López Sánchez, J., Santaolaya Salgado, R., & Castro Sánchez, J. (2024).

Preprocesamiento de datos en el pronóstico de fallos de rodamientos para el mantenimiento predictivo. *Computación y Sistemas*.

Ramírez García, A. C., Torres Cedillo, S. G., & Florêncio da Silva, R. (2024). Formation in aeronautical engineering: Non-invasive balancing methods for engines. En *ICERI2024 Proceedings* (pp. 5580–5585). IATED.

Randall, R. B. (2011). *Vibration-based condition monitoring: Industrial, aerospace and automotive applications*. John Wiley & Sons.

Rivera, J., Gómez, D., & Hernández, C. (2019). Análisis estocástico aplicado al diagnóstico de fallas en motores eléctricos mediante vibraciones. *Tecnura*, 23(60).
<https://doi.org/10.21754/tecnura.v23i60.XXXX>

Romanssini, M., de Aguirre, P. C. C., Compassi-Severo, L., & Girardi, A. G. (2023). A review on vibration monitoring techniques for predictive maintenance of rotating machinery. *Eng*, 4(3), 1797–1817. <https://doi.org/10.3390/eng4030102>

Tiboni, M., Remino, C., Bussola, R., & Amici, C. (2022). A review on vibration-based condition monitoring of rotating machinery. *Applied Sciences*, 12(3), 972.
<https://doi.org/10.3390/app12030972>

- Toro Lazo, A. (2024). El enfoque predictivo de la inteligencia artificial como herramienta para el mantenimiento de maquinaria industrial: una mirada desde la Industria 4.0. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 18(35), 7–8. <https://doi.org/10.31908/19098367.3130>
- Torres Contreras, J., & Jáuregui Correa, J. (2020). Revisión de la caracterización de fallas en maquinaria rotativa mediante gráficos de recurrencia. *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*.
- Vélez Velázquez, A., Medina Marín, J., & Seck Tuoh Mora, J. C. (2024). Análisis comparativo entre redes neuronales artificiales y metodología de superficie de respuesta para la predicción de fallas en equipos industriales. *Acta de Ciencias Aplicadas y Tecnología*. <https://doi.org/10.29057/aactm.v12i12.15329>



SANTOTOTUNJA.EDU.CO
NIT. 860.012.357-6



Análisis vibracional como técnica de monitoreo de condición para apoyar la gestión de activos rotativos críticos en Colombia

Juan Felipe Franco Carreño – Juan.franco93@gmail.com – Especialización en Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos

La Misión Académica Internacional realizada en México permitió conocer experiencias y aplicaciones tecnológicas en mantenimiento industrial, confiabilidad de los equipos y gestión de activos. En este contexto, el análisis vibracional destacó como herramienta para identificación de cambios en el funcionamiento de la maquinaria para el diagnóstico temprano de fallas, incluyendo motores aeronáuticos (Ramírez García et al., 2024). Diversos estudios evidencian que estas fallas pueden detectarse de manera anticipada mediante vibración, permitiendo intervenir antes de fallas funcionales (Crespo Azanza et al., 2024), en concordancia con la norma ISO 17359 (2018).

El presente trabajo evalúa el potencial del análisis vibracional para apoyar la gestión de activos rotativos críticos en Colombia, alineado con los principios de la ISO 55000 (2014) y los criterios de la ISO 20816 (2016). A partir de la sistematización de la experiencia, la revisión bibliográfica y el análisis comparativo, se identifica su aporte a la toma de decisiones basada en condición y al mejoramiento de la disponibilidad, confiabilidad y desempeño de los activos.

Problema

El mantenimiento basado solo en el tiempo no siempre refleja el estado real de los equipos rotativos críticos; esto puede terminar en fallas inesperadas, paradas no programadas y pérdidas operacionales (Crespo Azanza et al., 2024).

Como alternativa, el monitoreo de condición permite conocer el estado real de los equipos y apoyar la toma de decisiones basada en datos (ISO 17359, 2018; Tiboni et al., 2022).

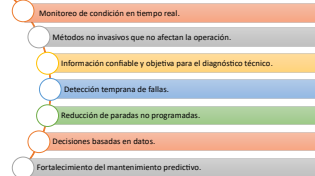
Dentro de estas estrategias, el análisis de vibraciones se emplea para detectar de forma temprana problemas como desbalance, desalineación y fallas en rodamientos, sin necesidad de detener la operación (Mobley, 2002; Randall, 2011).

Tabla 1. Comparación entre el enfoque tradicional y el enfoque basado en condición en la gestión del mantenimiento

Enfoque tradicional	Enfoque basado en condición
El mantenimiento se realiza en intervalos fijos de tiempo o después de una falla.	El mantenimiento se ejecuta según el estado real del activo.
Puede generar intervenciones innecesarias o tardías.	Permite intervenir el equipo en el momento oportuno.
Se basa principalmente en rutinas programadas y experiencia operativa.	Se apoya en datos obtenidos mediante sensores, inspecciones y análisis técnico.
Tiene menor capacidad para anticipar fallas ocultas.	Facilita la detección temprana de fallas como desbalance, desalineación y defectos en rodamientos.
Puede aumentar los tiempos de parada y los costos correctivos.	Reduce paradas inesperadas y mejora la confiabilidad operacional.
La toma de decisiones es más reactiva o preventiva.	La toma de decisiones es predictiva y basada en información técnica del activo.

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica (ISO 55000, 2014; ISO 17359, 2018; Tiboni et al., 2022; Crespo Azanza et al., 2024) y de las aplicaciones observadas durante la misión internacional.

Figura 1. Beneficios del análisis vibracional en mantenimiento predictivo



Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica (ISO 55000, 2014; ISO 17359, 2018; Tiboni et al., 2022; Crespo Azanza et al., 2024) y de las aplicaciones observadas durante la misión internacional.

Metodología

Integra la experiencia de la misión académica en México, la revisión bibliográfica y el análisis comparativo, con el fin de identificar oportunidades de aplicación del análisis vibracional en la gestión de activos industriales en Colombia.

Figura 2. Metodología de análisis comparativo Colombia-México



Fuente: Elaboración propia

Referencias

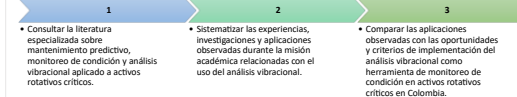
- Araujo, J. E., & Franklin, D. Y. & Arias V. M. (2023). Detección y diagnóstico de fallas en motores mediante el análisis de vibraciones aplicando técnicas de inteligencia artificial. Revista de Ingeniería y Competitividad.
- Crespo Azanza, H. E., Arias Reyes, C. P., & Zhigüé Tene, C. E. (2024). Evolución del análisis de vibraciones en mantenimiento predictivo, en relación a los patrones de vibración en elementos mecánicos.
- International Organization for Standardization. (2014). ISO 55000: Asset management – Overview, principles and terminology. ISO.
- Mobley, R. K. (2002). An introduction to predictive maintenance (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Ramírez García, A. C., Torres Cedillo, S. G., & Florencio da Silva, R. (2024). Formation in aeronautical engineering: Non-invasive balancing methods for engines. In ICERI2024 Proceedings (pp. 5580-5585). IATED.
- Randall, R. B. (2011). Vibration-based condition monitoring: Industrial, aerospace and automotive applications. John Wiley & Sons.
- Tiboni, M., Remino, C., Bussola, R., & Amici, C. (2022). A review on vibration-based condition monitoring of rotating machinery.

Memoria que trasciende

Objetivos

Evaluar el potencial del análisis vibracional como herramienta de mantenimiento predictivo en activos rotativos críticos en Colombia, a partir de las experiencias observadas durante la Misión Académica Internacional y de la revisión de literatura especializada.

Figura 3. Objetivos del estudio de análisis vibracional



Aplicación en Colombia

Figura 4. Activos críticos identificados

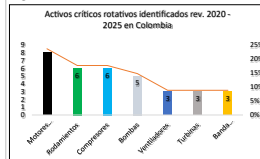


Figura 6. Uso del análisis vibracional en Colombia y México

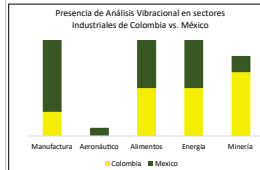


Figura 5. Distribución sectorial de activos críticos

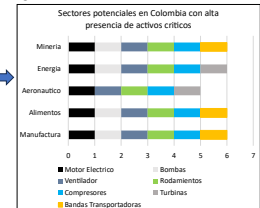


Figura 7. Síntesis bibliográfica



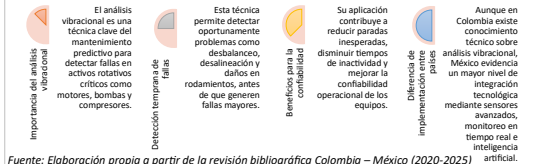
Tabla 2. Matriz de aplicación del análisis vibracional

Activo rotativo	Sector	Criterios de aplicación del análisis vibracional	Uso del análisis de vibraciones
Motores eléctricos	Manufactura	Falla detectable	Técnica de análisis vibracional
Bombas	Alimentos / Energía	Desbalance, desalineación, fallas en rodamientos	Análisis espectral de vibraciones
Rodamientos	Todos los sectores	Cavitación, desalineación, desgaste	Análisis espectral y tendencia de vibración
Compresores	Energía / Industria	Desgaste y daño de elementos rodantes	Análisis de envolvente y espectral
		Vibraciones excesivas y desalineación	Análisis espectral

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica Colombia – México (2020-2025)

Conclusiones

Figura 8. Conclusiones del análisis comparativo



Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica Colombia – México (2020-2025)