



8° CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS

22° Congreso Iberoamericano de Mantenimiento

27° Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

11 · 12 · 13

JUNIO · 2025

Centro de Convenciones
Cartagena de Indias · Colombia

 **abramam**
associação brasileira
de manutenção e gestão de ativos

Federación Iberoamericana
de Mantenimiento


ACIEM
Asociación Colombiana
de Ingenieros

Desarrollo de un sistema de diagnóstico de falla basado en IA para industria de la minería aluvial

- Andrés Esteban Rivera Osorio
- Sebastián Sarmiento Ruiz
- Fernando Jesús Guevara Carazas



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Mineros
COLOMBIA





8° CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS

22° Congreso Iberoamericano de Mantenimiento

27° Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

11 · 12 · 13

JUNIO · 2025

Centro de Convenciones
Cartagena de Indias · Colombia

abraman
associação brasileira
de manutenção e gestão de ativos

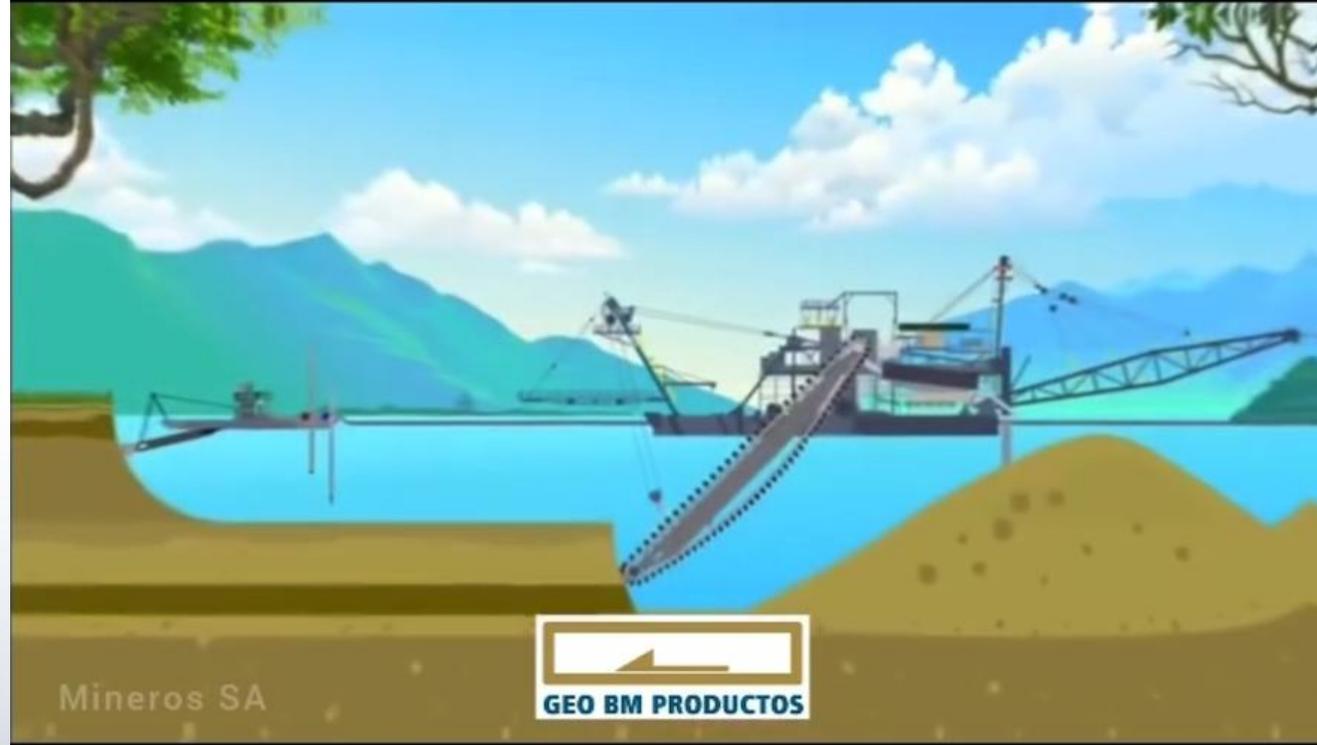
Federación Iberoamericana
de Mantenimiento



ACIEM
Asociación Colombiana
de Ingenieros

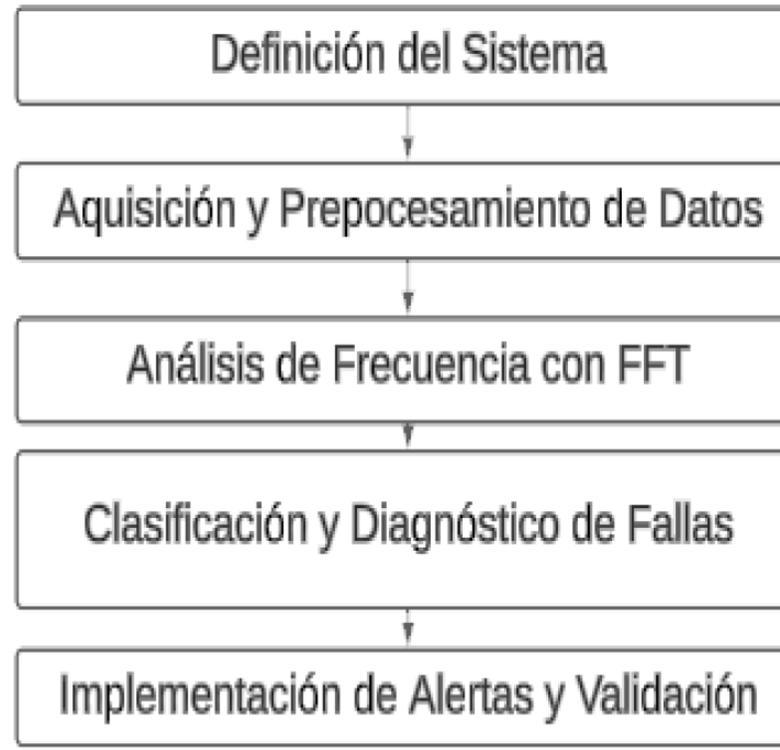
CONTEXTO OPERACIONAL

EXTRACCIÓN DEL ORO ALUVIAL





METODOLOGIA DESARROLLADA





8° CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS

22° Congreso Iberoamericano de Mantenimiento

27° Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

11 · 12 · 13

JUNIO · 2025

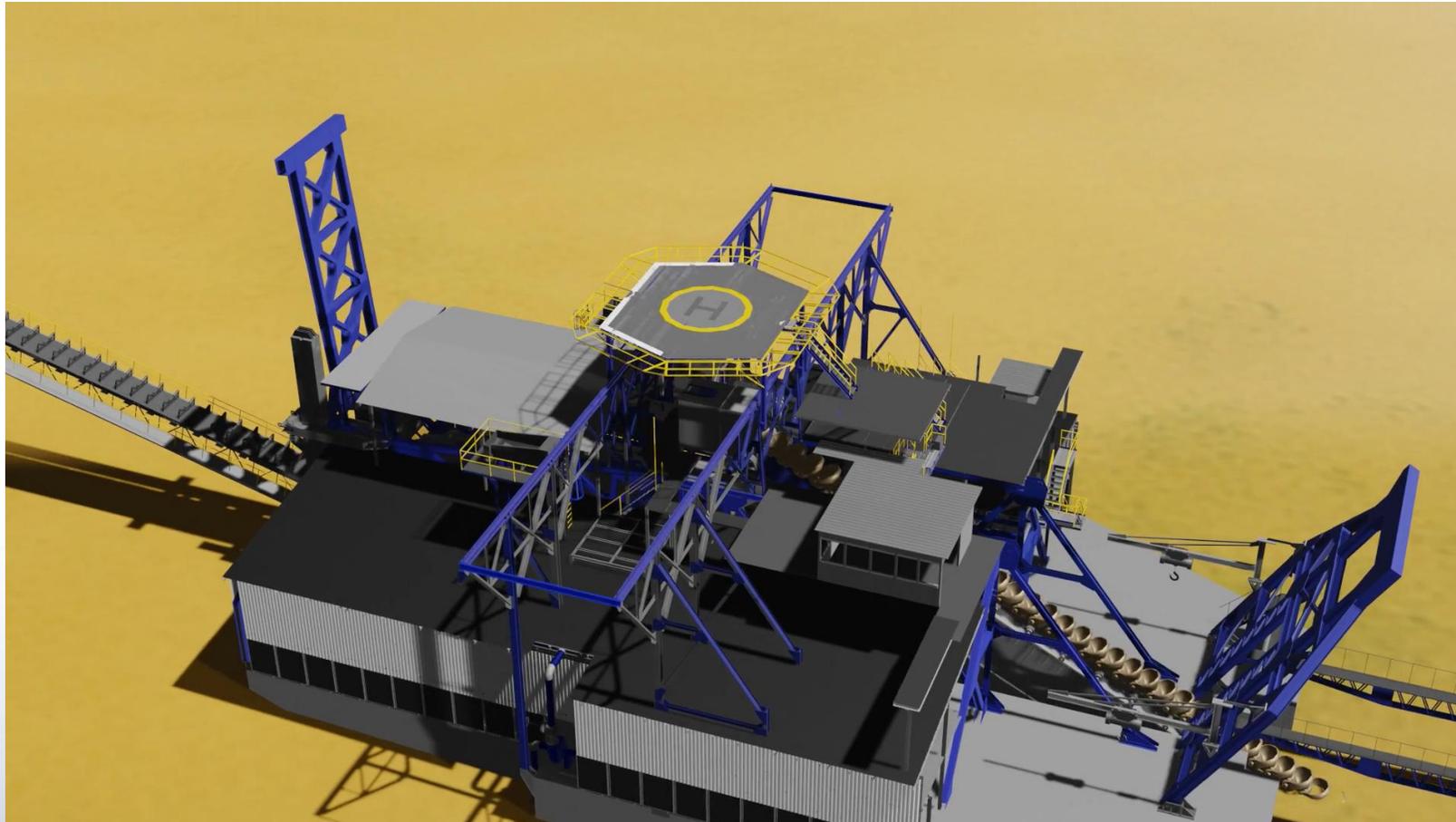
Centro de Convenciones
Cartagena de Indias · Colombia

abraman
associação brasileira
de manutenção e gestão de ativos

Federación Iberoamericana
de Mantenimiento

ACIEM
Asociación Colombiana
de Ingenieros

DEFINICION DEL SISTEMA





DEFINICION DEL SISTEMA



- Tiempo perdido en 2024 por Salida de línea en Dragas de Cucharas: 75 horas.
- Volumen dejado de dragar por salida de línea en 2024: 37.500 m³



Área de empresa

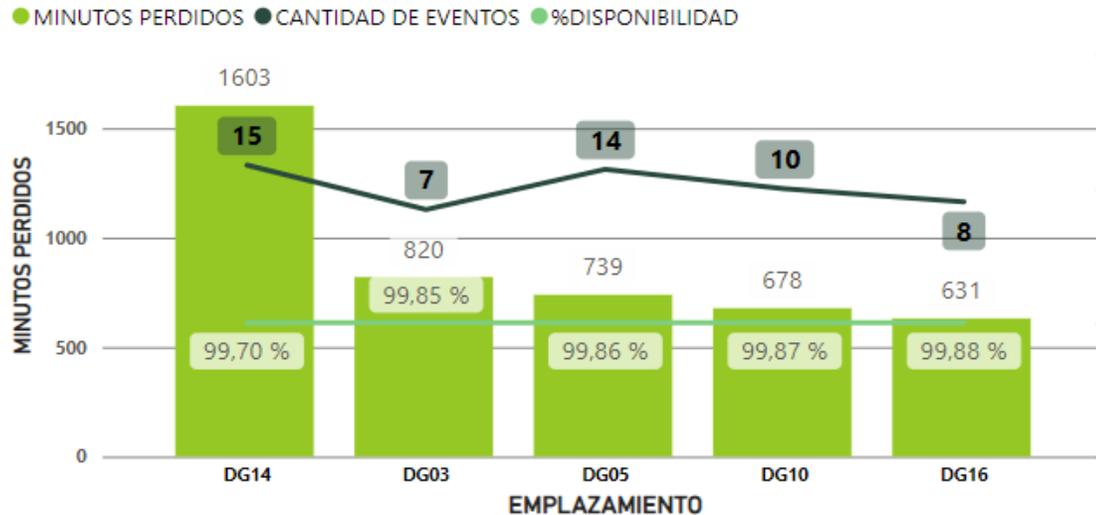
ABC DE PAROS ALUVIAL

EXM TIPOS DE MANTENIMIENTO Status usuario TURNO Periodo Avería
 EXS T-FES T-MTO-EA T-MTO-MA T-OPE-AL T-OPE-EN EPP BLANCA 26/12/2023 28/12/2024
 PPC NPI NEGRA

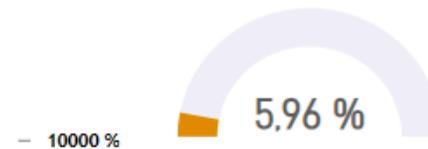
TIPO DE PARO	DG03	DG05	DG10	DG14	DG16	Total
LÍNEA DE CUCHARA	820	739	678	1603	631	4471
Total	820	739	678	1603	631	4471

RANK	TIPO DE PARO	TP	%Indisp	% FINAL	A.B.C
SUBESTACIÓN (V 50)					
10	EQUIPO DE RECUPERACIÓN	4723	0,18 %	2,98 %	◆
11	LÍNEA DE CUCHARA	4471	0,17 %	2,82 %	◆
12	CABLES DE PROA	3788	0,14 %	2,39 %	◆
13	DRAGA ATRÁS	3602	0,14 %	2,27 %	◆
14	MOVIENDO CABLE ELECTRICO	3197	0,12 %	2,02 %	◆
15	SISTEMA HIDRÁULICO	3117	0,12 %	1,97 %	◆

MINUTOS PERDIDOS POR EMPLAZAMIENTO



INDISPONIBILIDAD



DISPONIBILIDAD



% CUMPLIMIENTO

98,9 %

NPI VS PP



TOTAL DE EVENTOS

54



Ingeniería de Confiabilidad y Lubricación

ADQUISICION Y PREPROCESAMIENTO DE DATOS

- El análisis de las fluctuaciones en la corriente nos permite observar indirectamente las vibraciones de la máquina. Estas variaciones en la corriente están directamente relacionadas con las condiciones de carga y vibraciones anómalas en sistemas rotativos [1].
- El análisis de vibraciones es fundamental en sistemas rotativos para identificar problemas mecánicos. Al monitorear la corriente en el tiempo, podemos detectar frecuencias que indican anomalías o predecir eventos [2].
- La monitorización de la corriente del motor es una técnica eficaz para identificar fallas mecánicas tempranas, especialmente en entornos difíciles [3].

ADQUISICION Y PREPROCESAMIENTO DE DATOS

- **Preprocesamiento de los datos:**

Para cada uno de los días, lo primero que se hizo fue **eliminar la media de los datos** de corriente. Este paso es importante para centrar la señal en cero, lo que asegura que cualquier análisis posterior sea más preciso y no esté sesgado por un desplazamiento o "offset" en los datos [4].

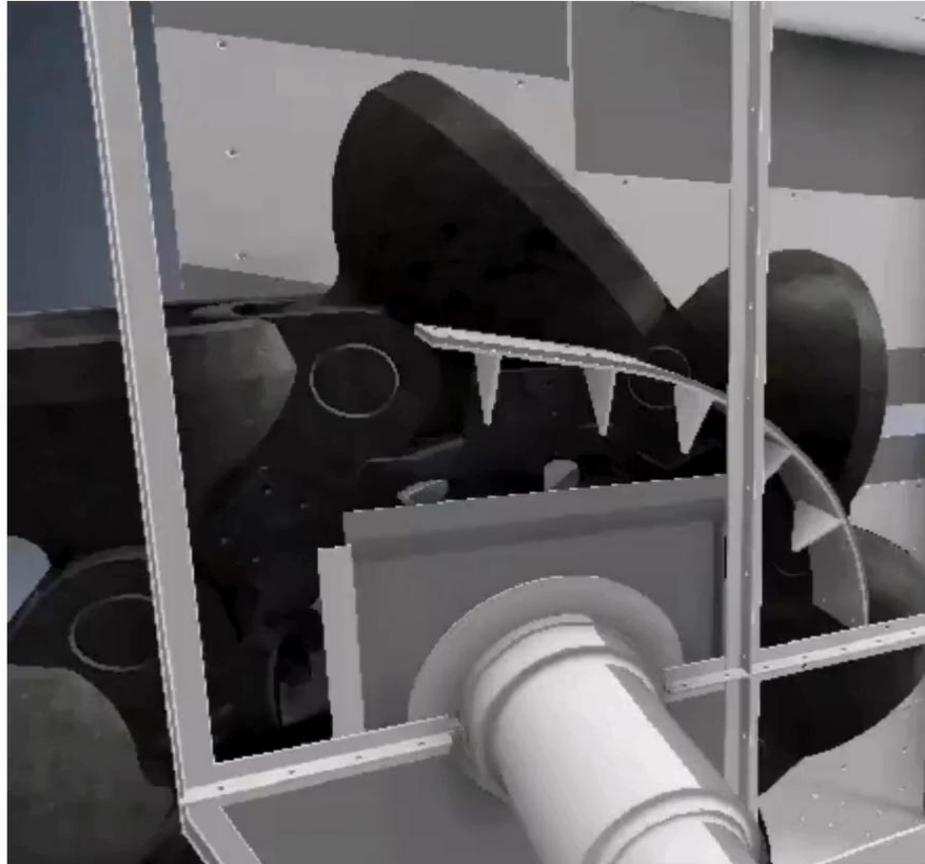
- **Transformada Rápida de Fourier (FFT):**

La cual permite transformar la señal del **dominio del tiempo** al **dominio de la frecuencia**, lo que facilita la identificación de patrones repetitivos o frecuencias dominantes en la señal [5].

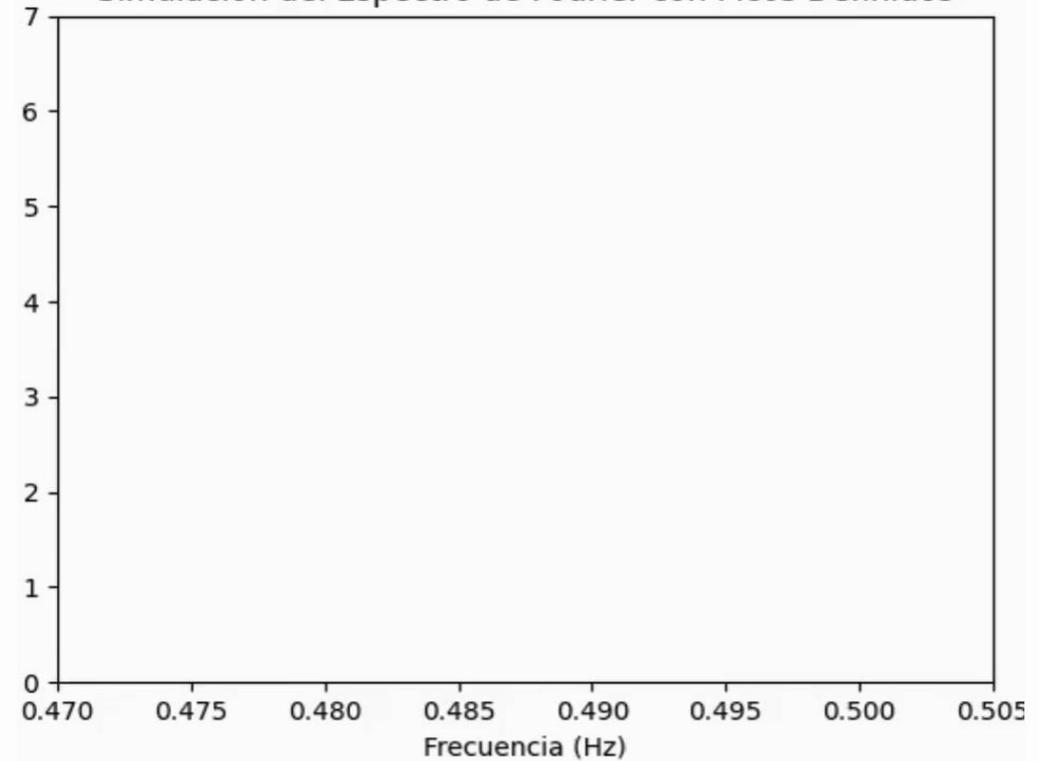
$$x[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] * e^{-j(2\pi/N)kn}$$



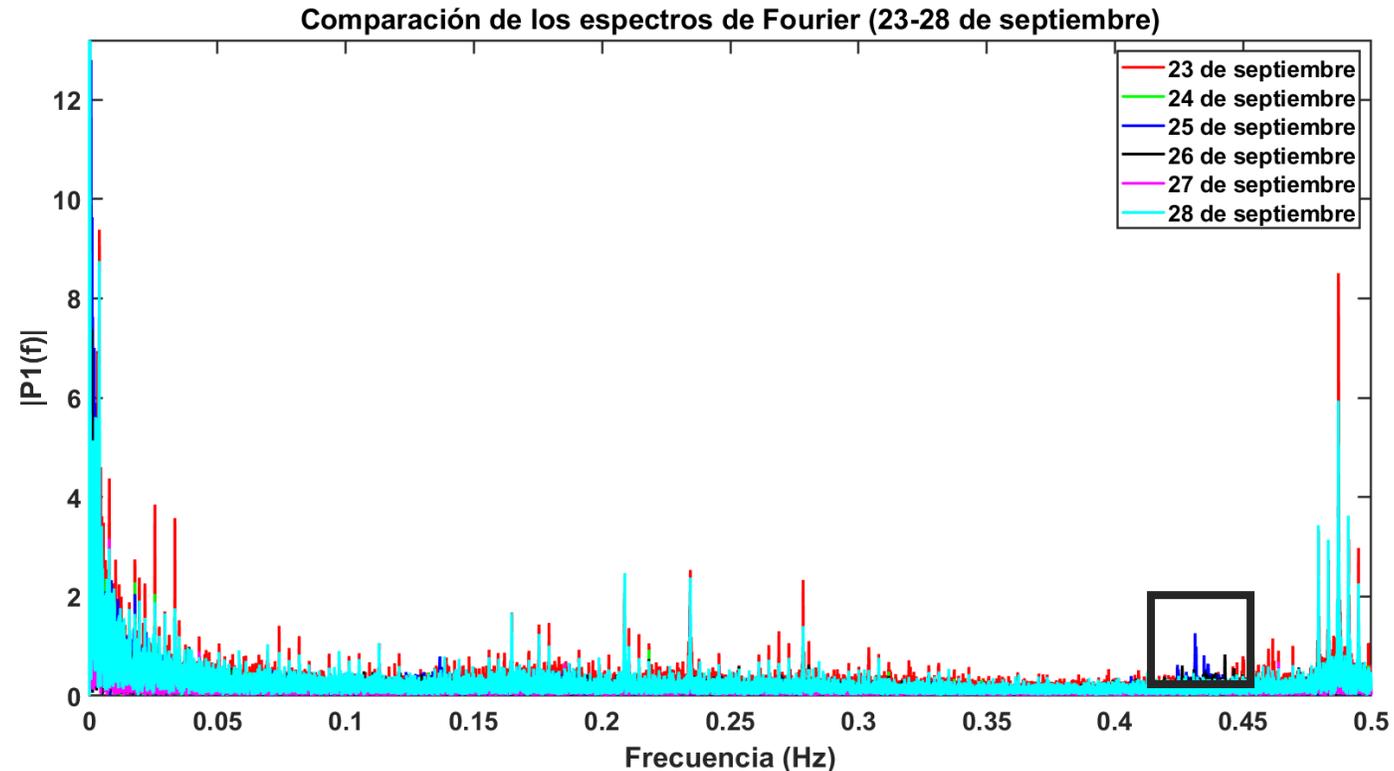
ANALISIS DE FRECUENCIA CON FFT



Simulación del Espectro de Fourier con Picos Definidos



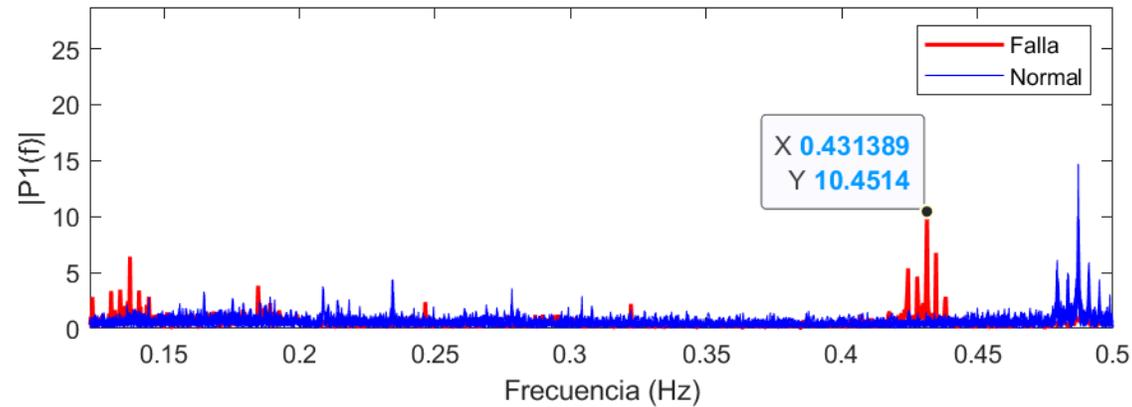
CLASIFICACION Y DIAGNOSTICO DE FALLAS



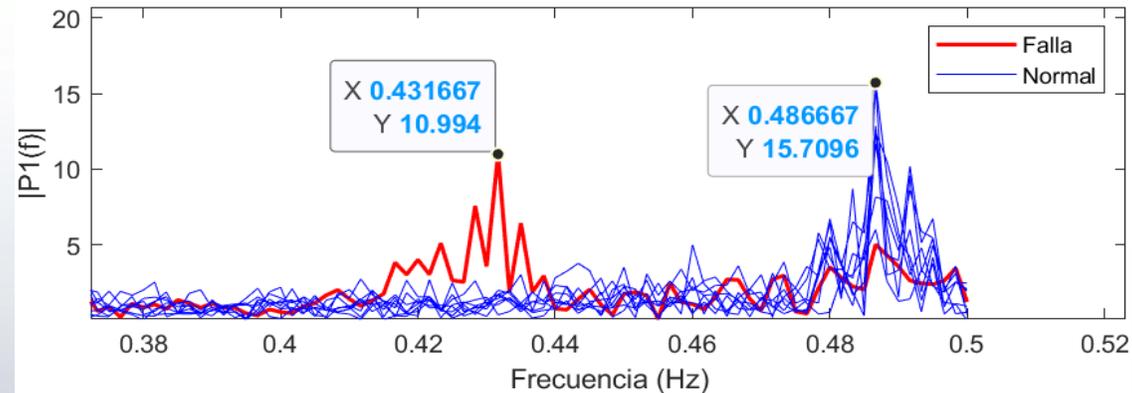
- El día 25 de septiembre se detectó un aumento en la amplitud de la señal a 0.431277 Hz (2.318 segundos en el tiempo) mediante la FFT de la corriente del motor, provocado por un palo en el tambor inferior. Esto mostró una perturbación en otras frecuencias (azul).

CLASIFICACION Y DIAGNOSTICO DE FALLAS

60 minutos antes de la falla



10 minutos antes de la falla



IMPLEMENTACION DE ALERTAS Y VALIDACION

Para la implementación se utilizó la librería Snap7 de Python, la cual permitió conectar el PLC Siemens S7-1200 con el computador de análisis. Esta integración posibilitó adquirir datos de corriente cada 100 milisegundos, aumentando la resolución temporal del monitoreo. Además, se aplicó una ventana móvil de 600 datos (equivalente a 1 minuto), lo que permitió observar con mayor precisión los cambios espectrales asociados a fallas incipientes.



8º CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS

22º Congreso Iberoamericano de Mantenimiento

27º Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

11 · 12 · 13

JUNIO · 2025

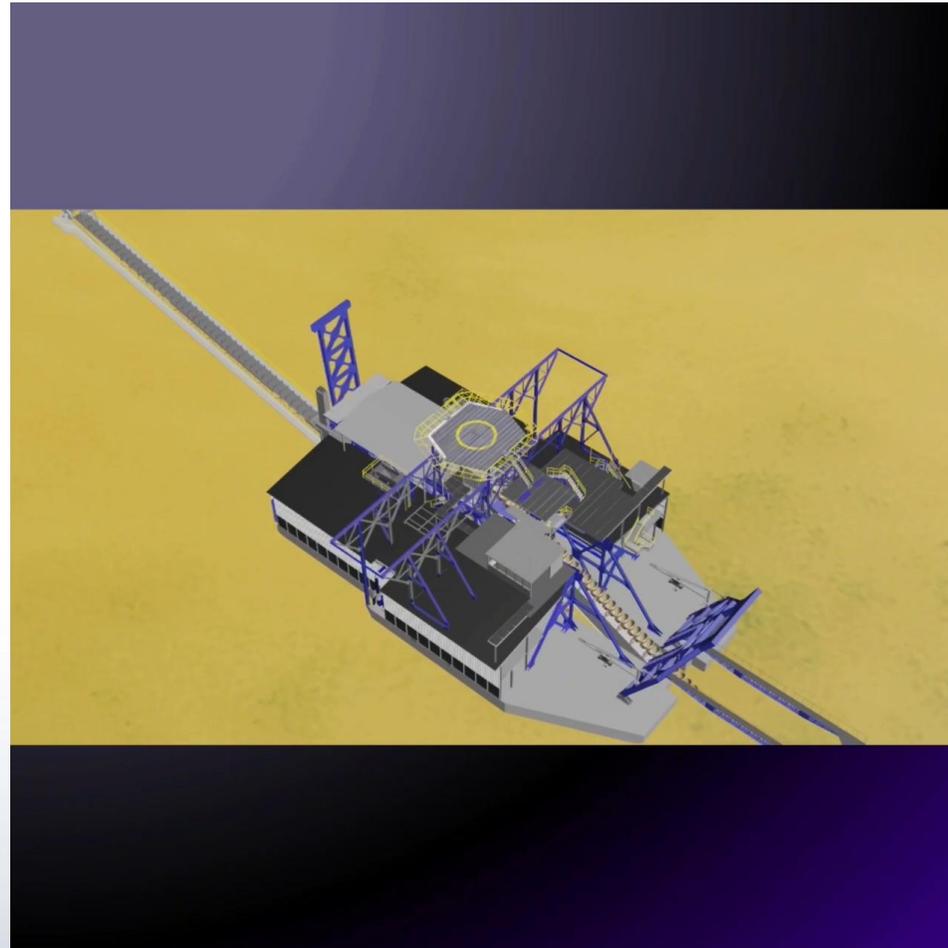
Centro de Convenciones
Cartagena de Indias · Colombia

abraman
associação brasileira
de manutenção e gestão de ativos

Federación Iberoamericana
de Mantenimiento

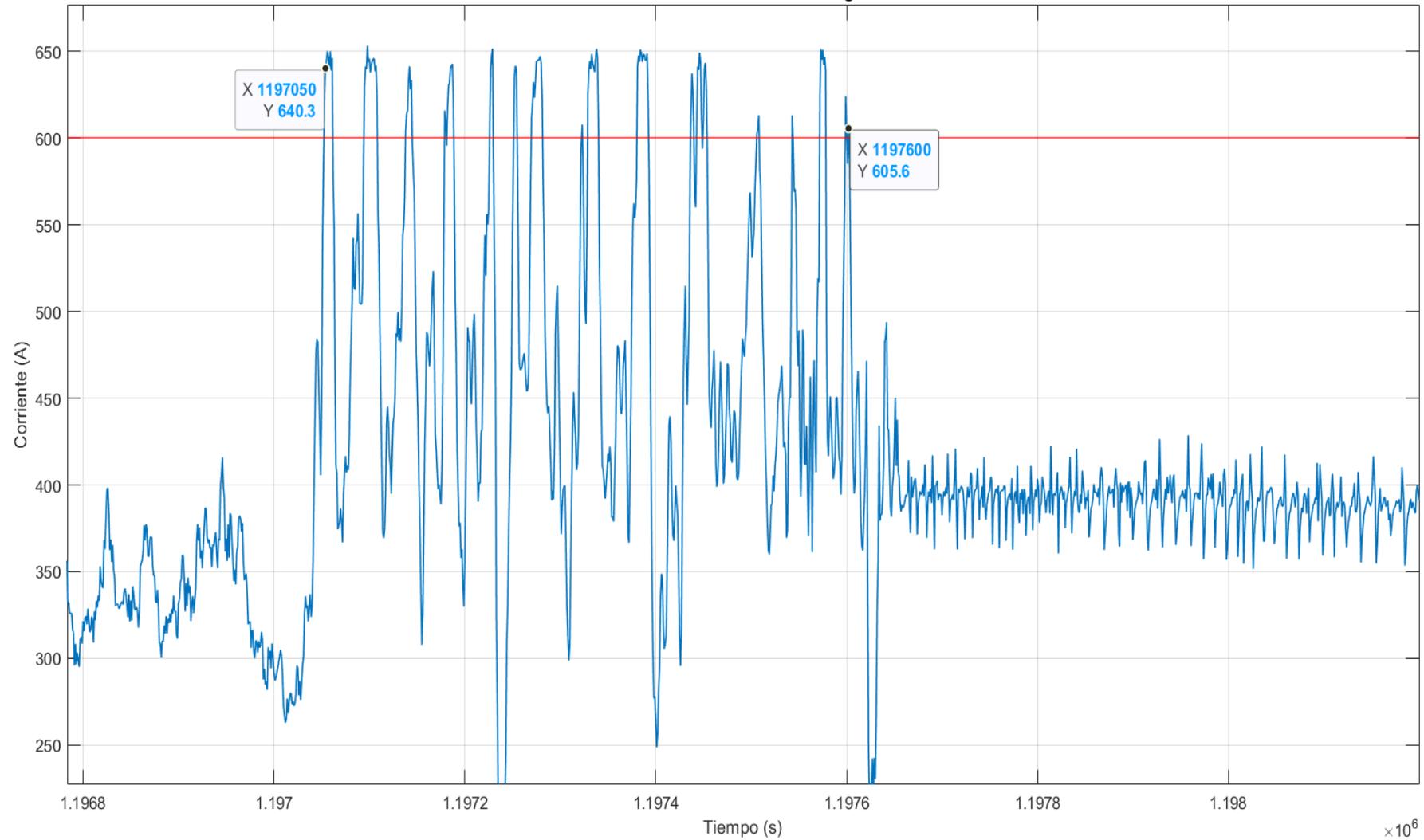
ACIEM
Asociación Colombiana
de Ingenieros

IMPLEMENTACION DE ALERTAS Y VALIDACION





Señal de Corriente de la Draga



¿Dónde está la IA?

- El sistema se basa en la clasificación de firmas espectrales obtenidas mediante análisis de frecuencia. Estas firmas permiten identificar patrones asociados a condiciones normales y anómalas. A partir de ellas, se ajustan automáticamente los umbrales de detección, lo que constituye una forma de aprendizaje autónomo que mejora progresivamente la capacidad del sistema para anticipar fallas sin intervención humana constante.

CONCLUSIONES

- Entender el fenómeno de falla constituye el punto de partida con el fin de parametrizar el comportamiento del sistema. Este entendimiento profundo permitió identificar cómo condiciones específicas, como la presencia de palos, piedras o la variación en la dureza del terreno generan respuestas características en las señales de corriente.
- El desarrollo de sistemas parametrizados permite traducir condiciones físicas complejas en patrones medibles y repetibles. En este contexto, el uso de la Transformada Rápida de Fourier (FFT) permitió identificar firmas de frecuencia asociadas a condiciones críticas de operación. Estas firmas espectrales actúan como indicadores tempranos de falla, validando la efectividad del análisis en frecuencia para el monitoreo de sistemas rotativos que operan bajo condiciones variables.
- La metodología, basada en datos en tiempo real, análisis de señales y aprendizaje autónomo, demostró ser escalable y adaptable a diversos entornos industriales. Su enfoque modular facilita la aplicación en distintas condiciones operativas, y su implementación evidencia que la integración de conocimiento del proceso con herramientas inteligentes impulsa esquemas de mantenimiento predictivo más robustos, mejorando la confiabilidad y reduciendo los tiempos de inactividad.



8° CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS

22° Congreso Iberoamericano de Mantenimiento

27° Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

11 · 12 · 13

JUNIO · 2025

Centro de Convenciones
Cartagena de Indias · Colombia

 **abraman**
associação brasileira
de manutenção e gestão de ativos

Federación Iberoamericana
de Mantenimiento


ACIEM
Asociación Colombiana
de Ingenieros

GRACIAS



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Mineros
COLOMBIA

