



**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

## Integración de tecnologías digitales para la gestión de activos.

### El caso de la central hidroeléctrica Alto Anchicayá



**Luis Alfredo Esteves**

laesteves@celsia.com



# Luis Alfredo Esteves-Meneses



Operación  
y mantenimiento

+ 12 años



Diagnóstico de  
activos

Diseño

Retrofit

Puesta en  
servicio



Regulador de  
velocidad



Regulador de  
tensión



Generador  
síncrono



Sistemas inteligentes  
de diagnóstico de  
activos



01

Contexto

02

La historia

03

Tecnologías habilitadoras

04

Aprendizajes

05

El reto

Los resultados de este juego serán procesados y  
podrán ser utilizados para publicaciones científicas,  
garantizando el anonimato de todas las respuestas.



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

01

# Contexto



## Desafíos en la gestión de activos hidroeléctricos



Ubicación  
remota



Envejecimiento de  
los equipos



Creciente demanda  
energética





## Desafíos en la gestión de activos hidroeléctricos

### Ciclos de arranque y parada de las turbinas



45 arranques x unidad

302 arranques x unidad



## Desafíos en la gestión de activos hidroeléctricos



Central hidroeléctrica en  
un parque Nacional  
Natural



> 50 años



Aumento de ciclos de  
arranque: +600%



## Desafíos en la gestión de activos hidroeléctricos

### Embalse Alto Anchicayá

Longitud: 3 km

Ancho : 300 m

Capacidad del embalse: 45 Mm<sup>3</sup>

Área de cuenca: 385 km<sup>2</sup>



### Características



Inicio operaciones	Julio de 1974
Capacidad Instalada	355 MW
N° de Unidades	2 de 120 MW 1 de 115 MW
Energía media anual	1.388,47 GWh



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

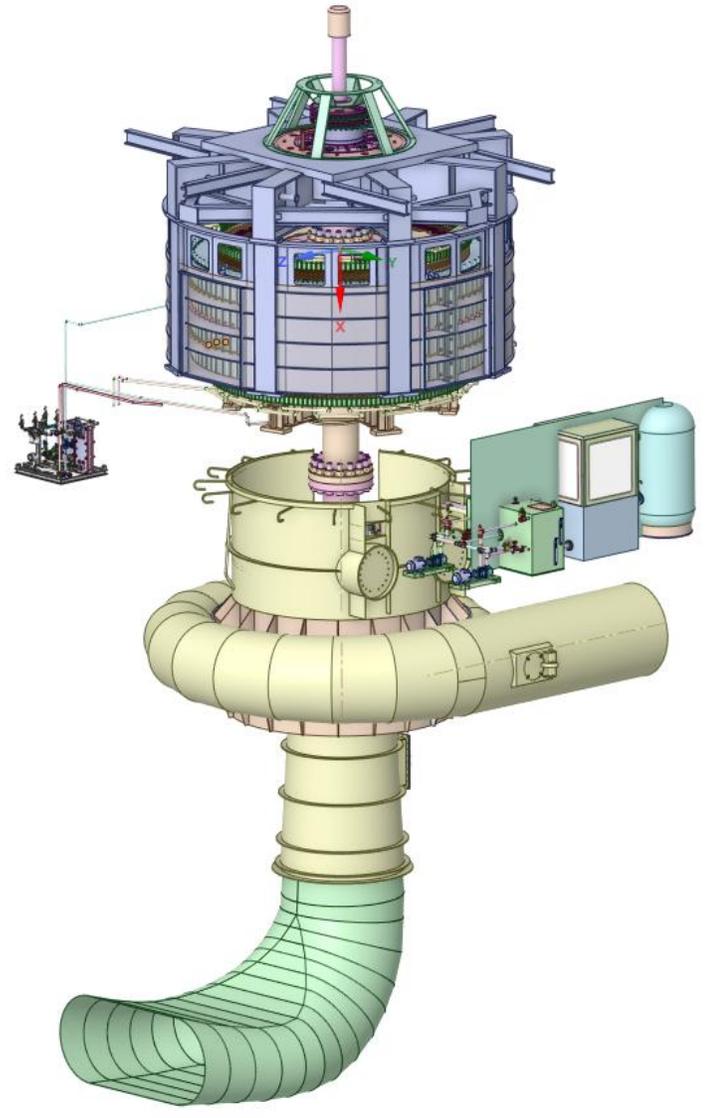
Federación Iberoamericana  
de Mantenimiento



**ACIEM**  
Asociación Colombiana  
de Ingenieros

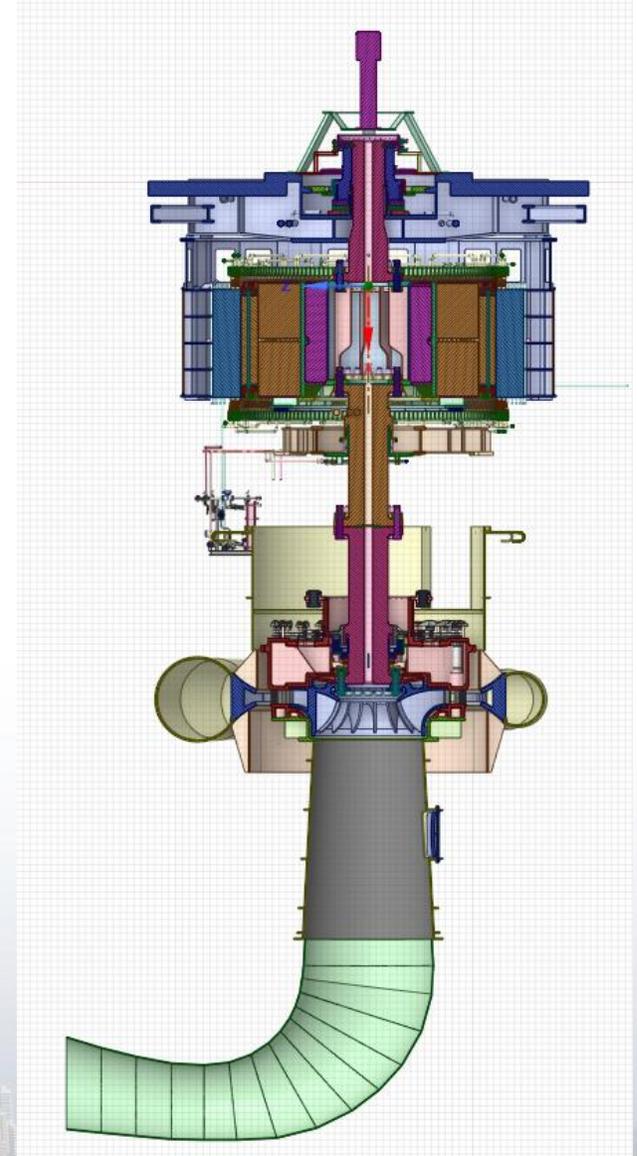
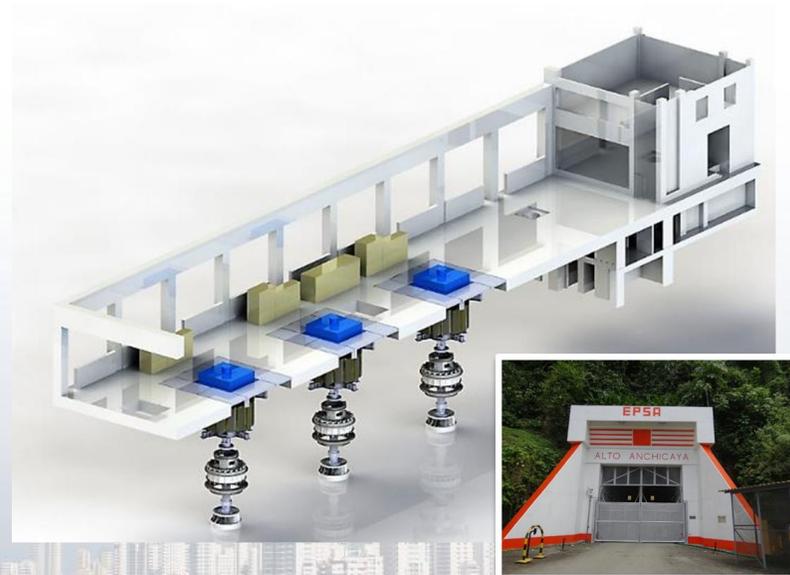
02

# La historia



## Características

Inicio operaciones	31 de julio de 1974
Capacidad Instalada	355 MW
N° de Unidades	U2 y U3 de 120 MW U1 de 115 MW
Energía media anual	1.388,47 GWh

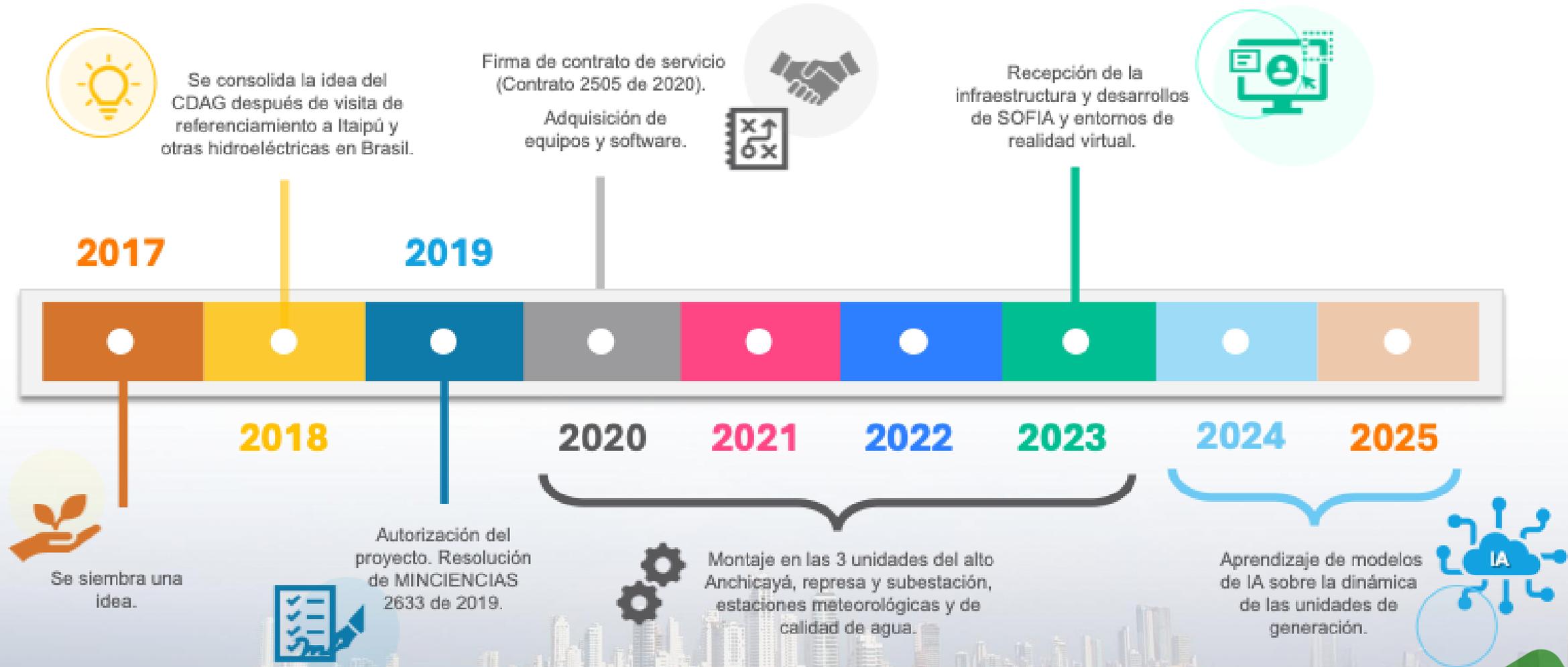


# CDAG

Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación

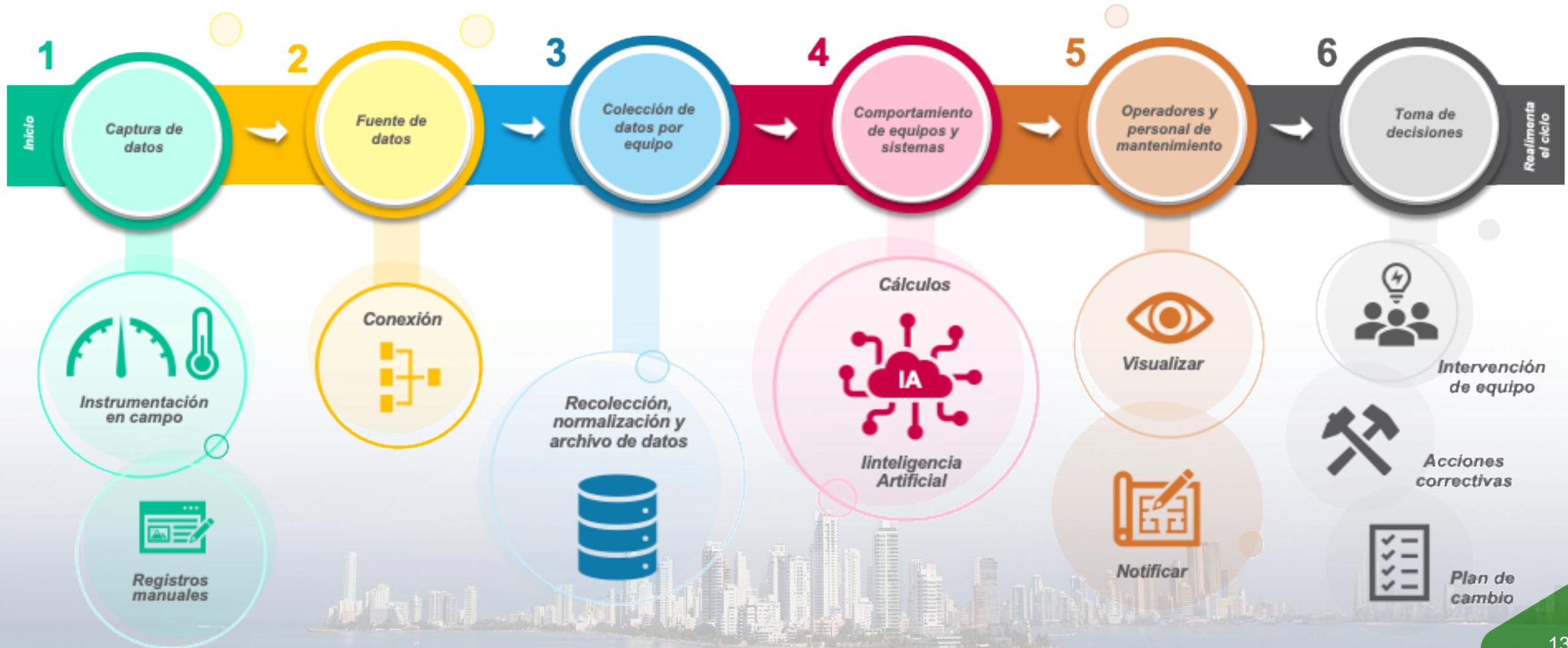


# CDAG



# Esquema de operación

Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación



# Mantenimiento de activos

## Categorías del mantenimiento

### Mantenimiento Programado

#### Predeterminado

Mantenimiento basado en tiempo para encontrar posibles fallas potenciales.

#### Basado en condición

Pruebas, inspecciones, monitoreo de condiciones y trabajos por oportunidad.

#### Correctivo programado

Mantenimiento que se programa posterior a la identificación de una falla potencial.

### Mantenimiento No programado

#### Correctivo de emergencia o inmediato

Mantenimiento correctivo que se realiza cuando se ha presentado una falla funcional.

### Proactivo

Aplicación de metodologías de mantenimiento tales como: RCM (Mantenimiento basado en confiabilidad), AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas), LCC (Costo del ciclo de vida del activo), AC (Análisis de criticidad), entre otras.

### Prescriptivo

Analítica de datos aplicada al mantenimiento: CDAG (Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación).



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



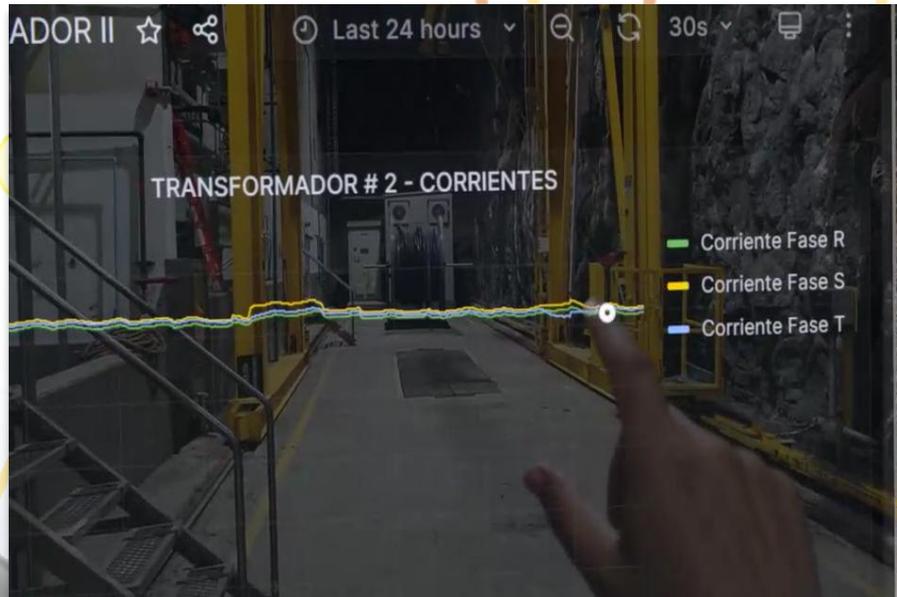
**ACIEM**  
Asociación Colombiana  
de Ingenieros

03

# Tecnologías habilitadoras

# Realidad aumentada

Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación



Estas escenas de realidad aumentada permiten a usuarios no especialistas acceder a la tecnología desarrollada del proyecto CDAG, utilizando sus equipos portátiles personales: iPhone o IPAD, con presentación de datos técnicos no críticos.



# Realidad aumentada

## Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación



The screenshot displays a Zoom meeting interface. The main window shows a video call with a participant whose name is partially visible as 'DA'. A settings panel is open over the video, showing options for Video Source (Screen - 93DEFUW1), Video Encoder (H.264), Video Encoder Preset (AVC1), FPS (30), and Quality (100%). The Audio section shows 'Webcam' selected. The chat window on the right shows a message from 'David Leonardo Ramirez Argentea' with a file attachment '80260078...' and a URL 'https://www.infocem.com/contenido/80260078/80260078.pdf'. The chat also shows a timestamp '21:21' and a message 'Hola muy buenos días'.



# Realidad virtual

Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación

# SOFIA



SOFIA – Embalse



SOFIA – Subestación y Casa de máquinas

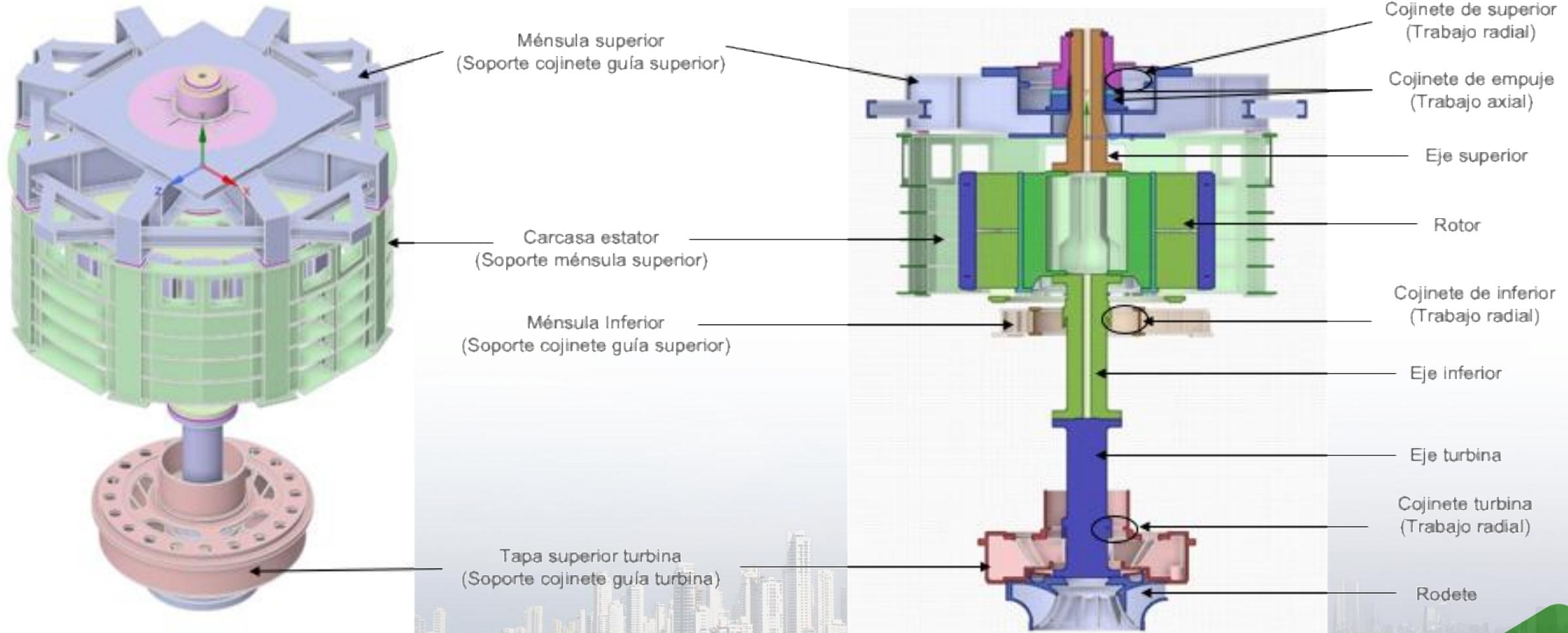


SOFIA – Estaciones meteorológicas

*Gemelos digitales desarrollados sobre el terreno real del proyecto, obtenidos a partir de un levantamiento LIDAR realizado con Dron por el equipo de ingenieros de seguridad de presas de Celsia.*

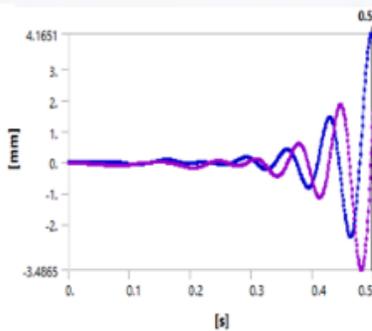
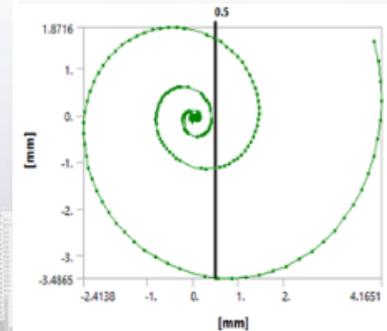
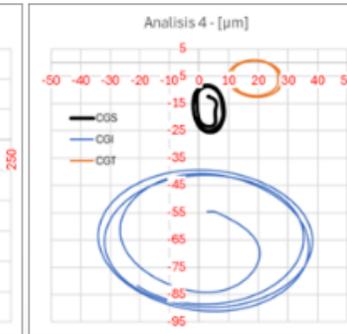
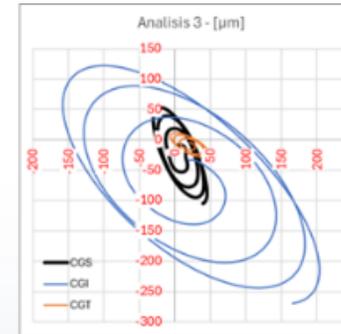
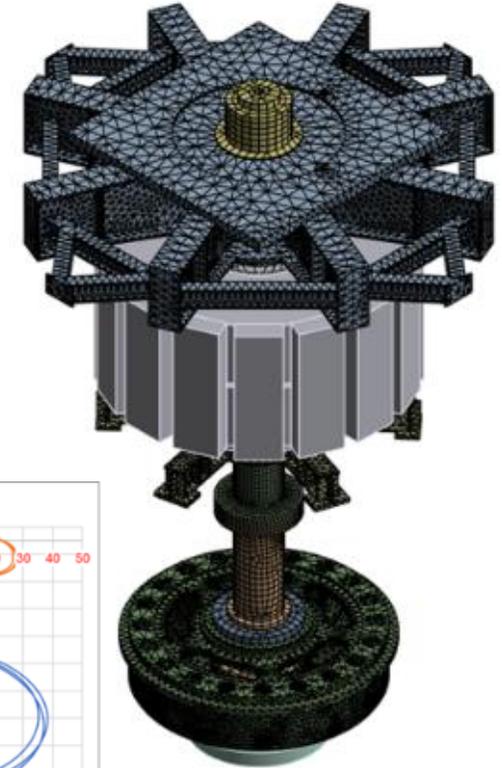
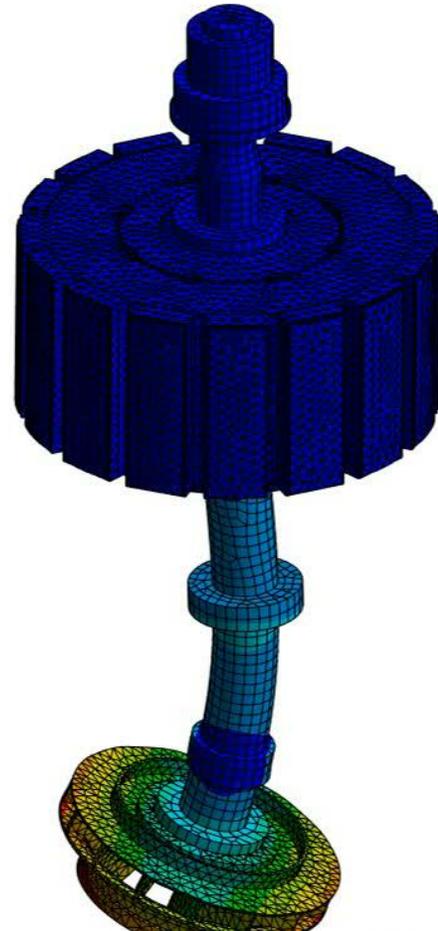
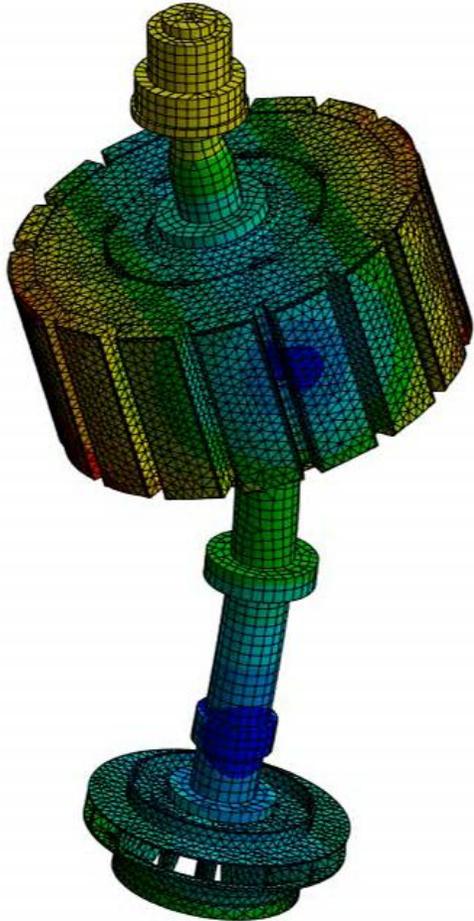
# Análisis dinámico

## Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación



# Análisis dinámico

Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación



# Realidad virtual inmersiva

Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación



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

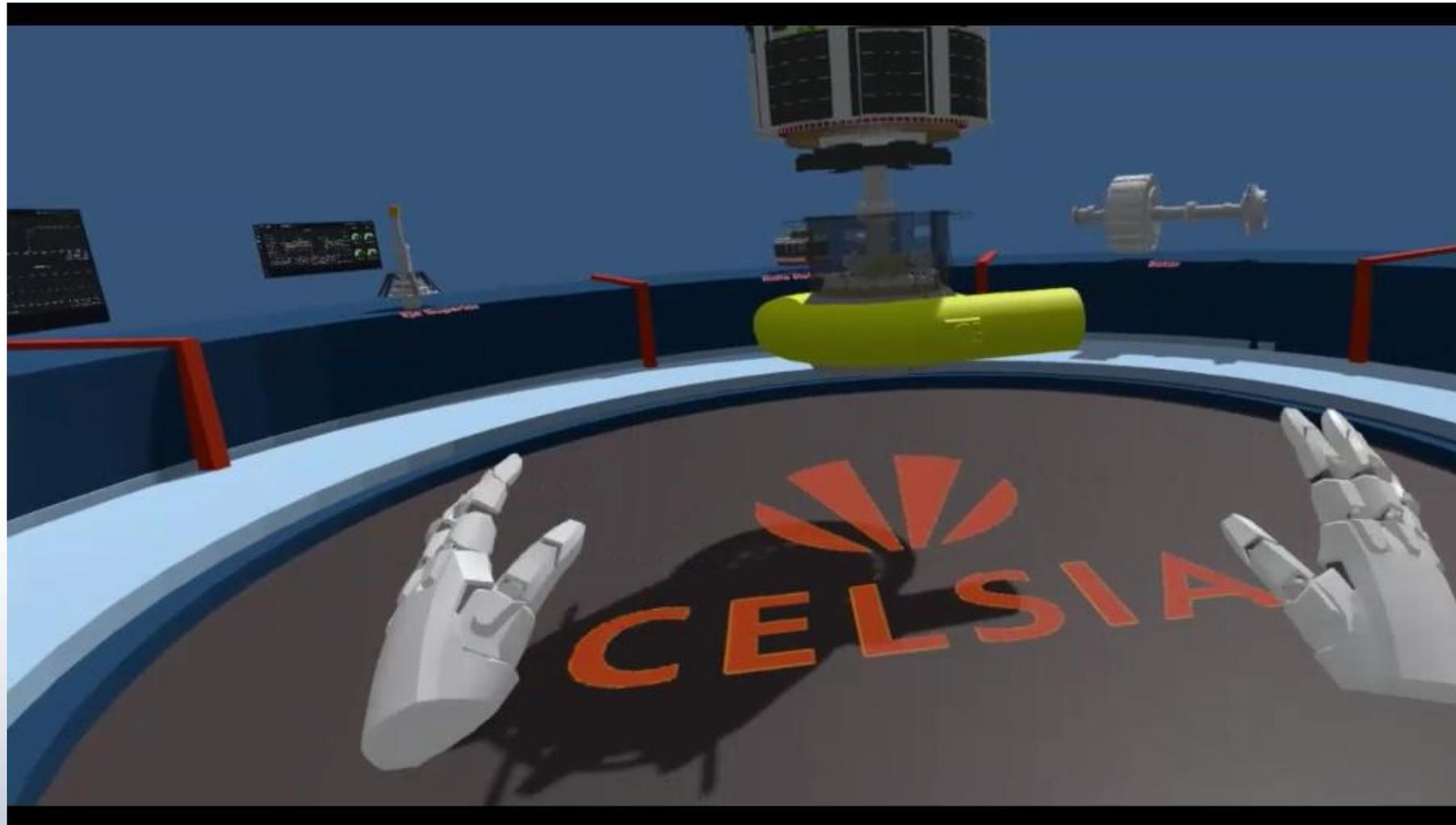
JUNIO · 2025

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





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

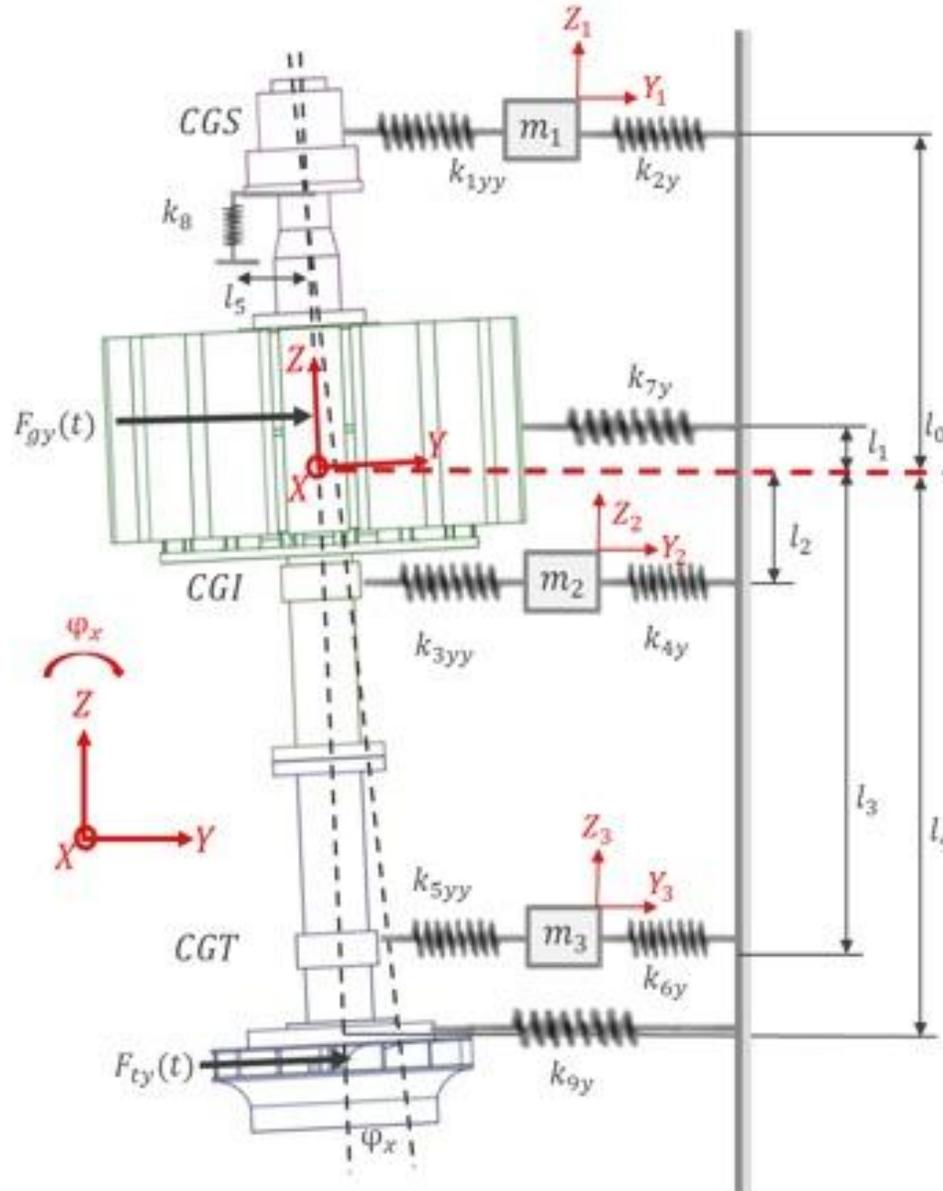
Federación Iberoamericana  
de Mantenimiento



**ACIEM**  
Asociación Colombiana  
de Ingenieros

04

# Aprendizajes



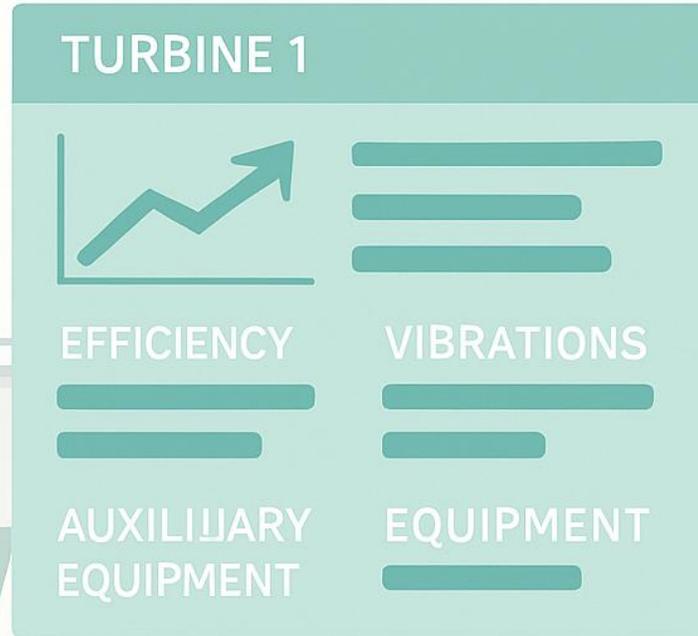
## Modelamiento matemático

La integración de diferentes elementos ha permitido el desarrollo de modelos matemáticos ajustados para cada grupo generador, utilizando datos en tiempo real obtenidos de la máquina y parámetros derivados de la modelación por elementos finitos.



## Colaboración remota

*Los expertos pueden conectarse virtualmente para resolver fallas soportando al personal de planta, apoyando en labores de pruebas complejas, soportar procesos de caza-fallas, apoyar en procesos de mantenimiento o reparación complejas.*



**Democratización  
de la información**

*Facilitar el  
entendimiento para  
personal no técnico, de  
lo que sucede con los  
activos productivos*

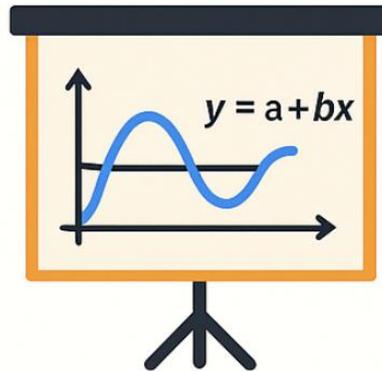
**Modelo de  
mantenimiento  
prescriptivo**



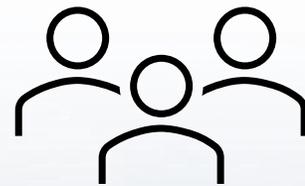
Datos en tiempo real



Condiciones de estrés y comportamiento



Modelo matemático ajustado



Optimizar la gestión de los equipos





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

05

# El reto



## Generación de consenso



Involucrar y coordinar con  
los actores interesados  
para una visión  
compartida.

### Cambio cultural



Promover una  
mentalidad  
colaborativa y digital.



### Alineación de la comunicación



Facilitar un diálogo  
efectivo entre actores  
clave.

## Estimadas/os participantes:

En el marco del presente evento, les invitamos cordialmente a diligenciar la siguiente encuesta, la cual tiene como propósito recopilar percepciones y reflexiones en torno a la incorporación de tecnologías emergentes en los procesos productivos.

Para ello, les solicitamos que, desde su respectivo rol y con base en la experiencia de su organización, se sitúen en un escenario hipotético en el que se propone implementar o integrar tecnologías emergentes similares a las presentadas en el caso del Centro de Diagnóstico Avanzado en Generación – CDAG.

Les pedimos que, con una mirada crítica y propositiva, imaginen los posibles impactos, retos y oportunidades que surgirían al adoptar este tipo de soluciones en su propio contexto organizacional. Su participación es fundamental para construir una visión colectiva que contribuya a enriquecer el análisis y la toma de decisiones en futuros procesos de transformación tecnológica.



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

## El reto de implementar tecnología caso CDAG





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



**¿Está su organización realmente poniendo a las Personas en el centro de la Gestión de Activos?**

**Gracias!**

*“Los activos más valiosos de una empresa suben y bajan por el ascensor todos los días”  
Anónimo*