

# Mantenimiento Predictivo basado en monitoreo de vibración avanzado en línea

Mateo Peñaranda V.  
Bogotá, Abril 2019

# Agenda

- Introducción
  - ¿Qué es realmente el mantenimiento predictivo?
  - Limitaciones de sistemas convencionales
  - Requerimientos sistemas vibración avanzada
- Descripción sistemas avanzados
- Inclusión del sistema en plan de gestión activos
- Futuro de las herramientas
- Preguntas y comentarios

# Introducción

## ¿Qué es realmente el mantenimiento predictivo?



- Causa / Diagnóstico
- Determinar tiempo hasta la falla (probabilidad)

# Introducción

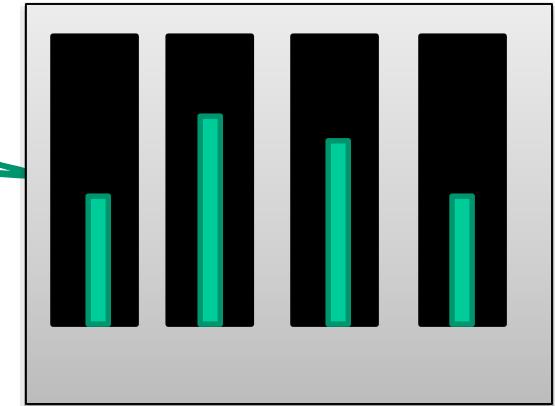
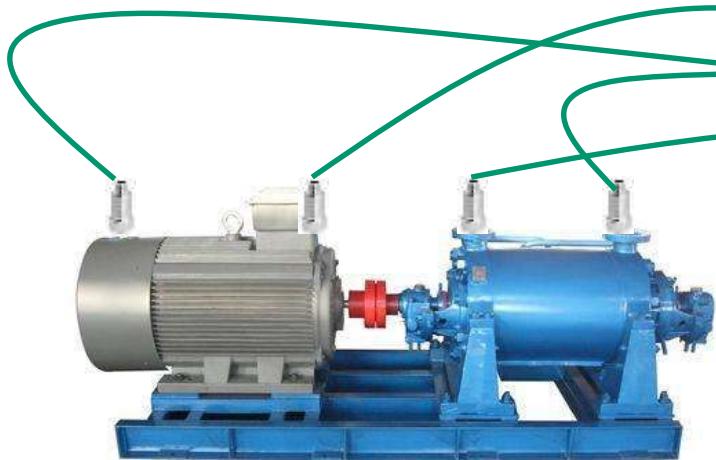
## ¿Qué es realmente el mantenimiento predictivo?



- Causa / Diagnóstico
- Determinar tiempo hasta la falla (probabilidad)

# Introducción

## Limitaciones sistemas convencionales

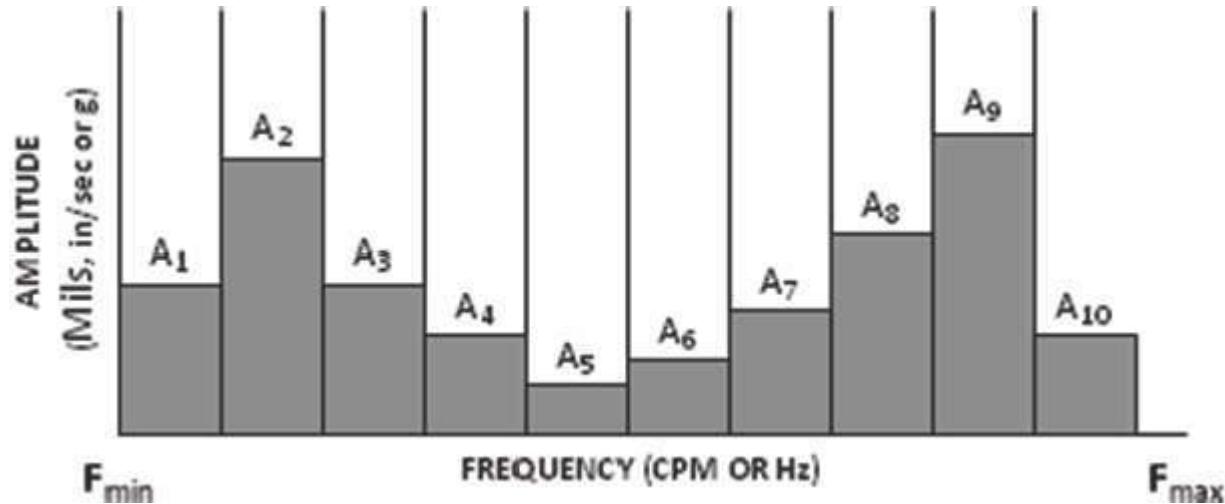


-Lecturas overall



# Introducción

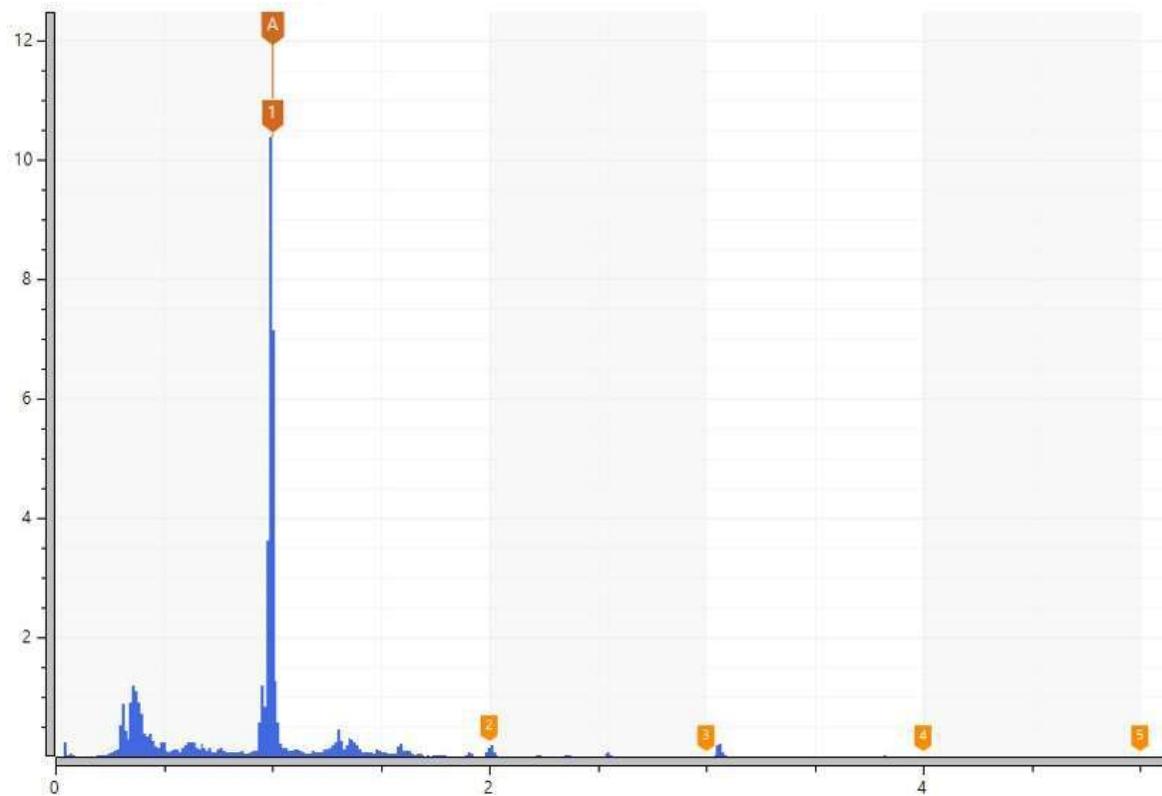
## Overall vibration vs Spectrum



$$A = \sqrt{\sum_{i=1}^N A_i^2}$$

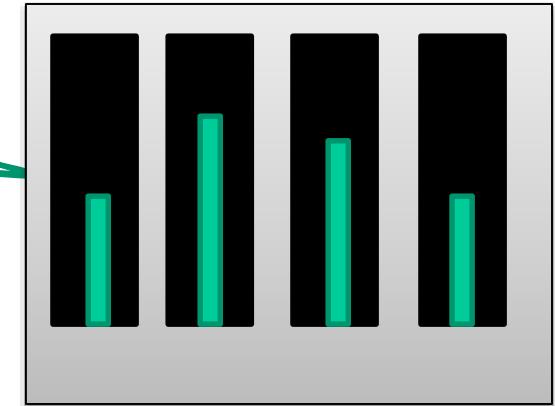
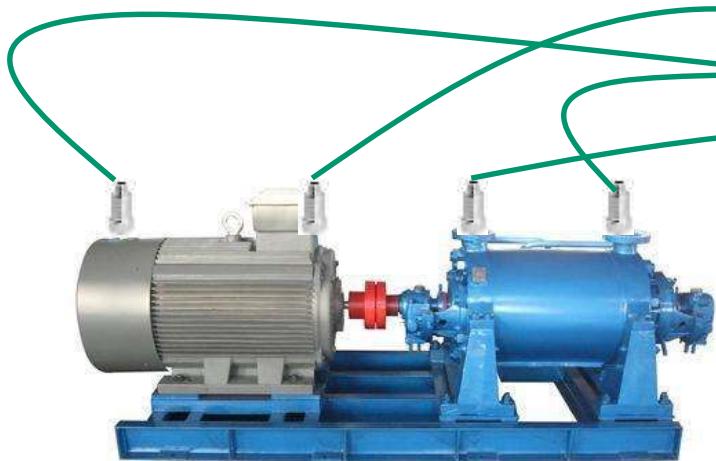
# Introducción

## Overall vibration vs Spectrum



# Introducción

## Limitaciones sistemas convencionales



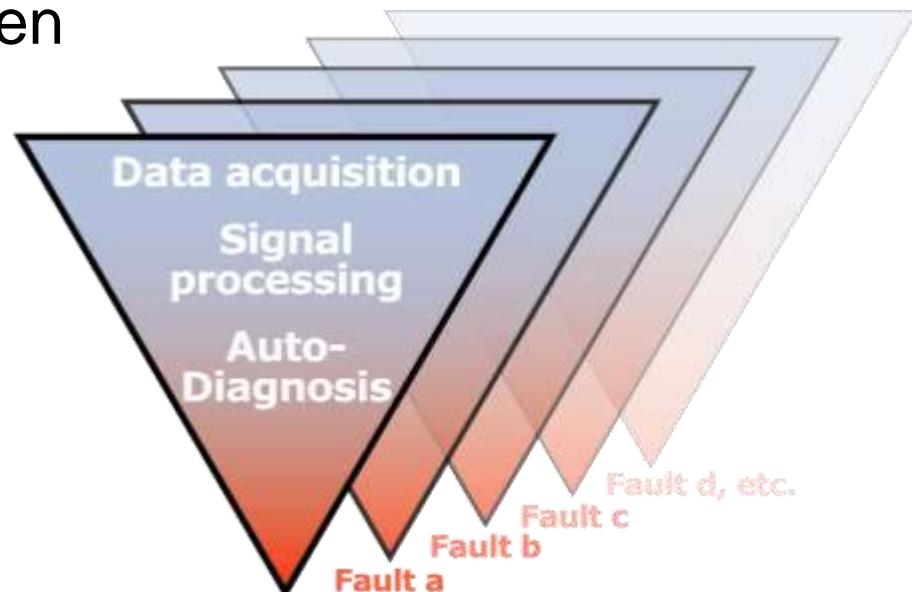
- Lecturas overall
- Análisis post mortem
- Muchos equipos / señales



# Introducción

## Requerimientos sistema de análisis de vibración avanzada para Mantenimiento Predictivo:

- Monitoreo automático basado en *features*\*
- Diagnóstico en línea
- Pronostico (prognosis) a tiempo de falla



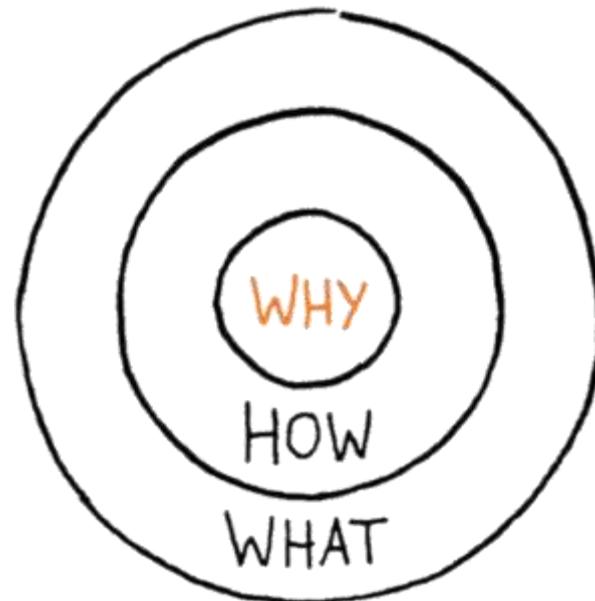
\*Características de la señal que pueden ser relacionadas con fallas.  
(Ej: valor RMS, amplitud 1X, impactos tiempo)

**Symptom strength  
per potential fault**

# Introducción

## Requerimientos sistema de análisis de vibración avanzada para Mantenimiento Predictivo:

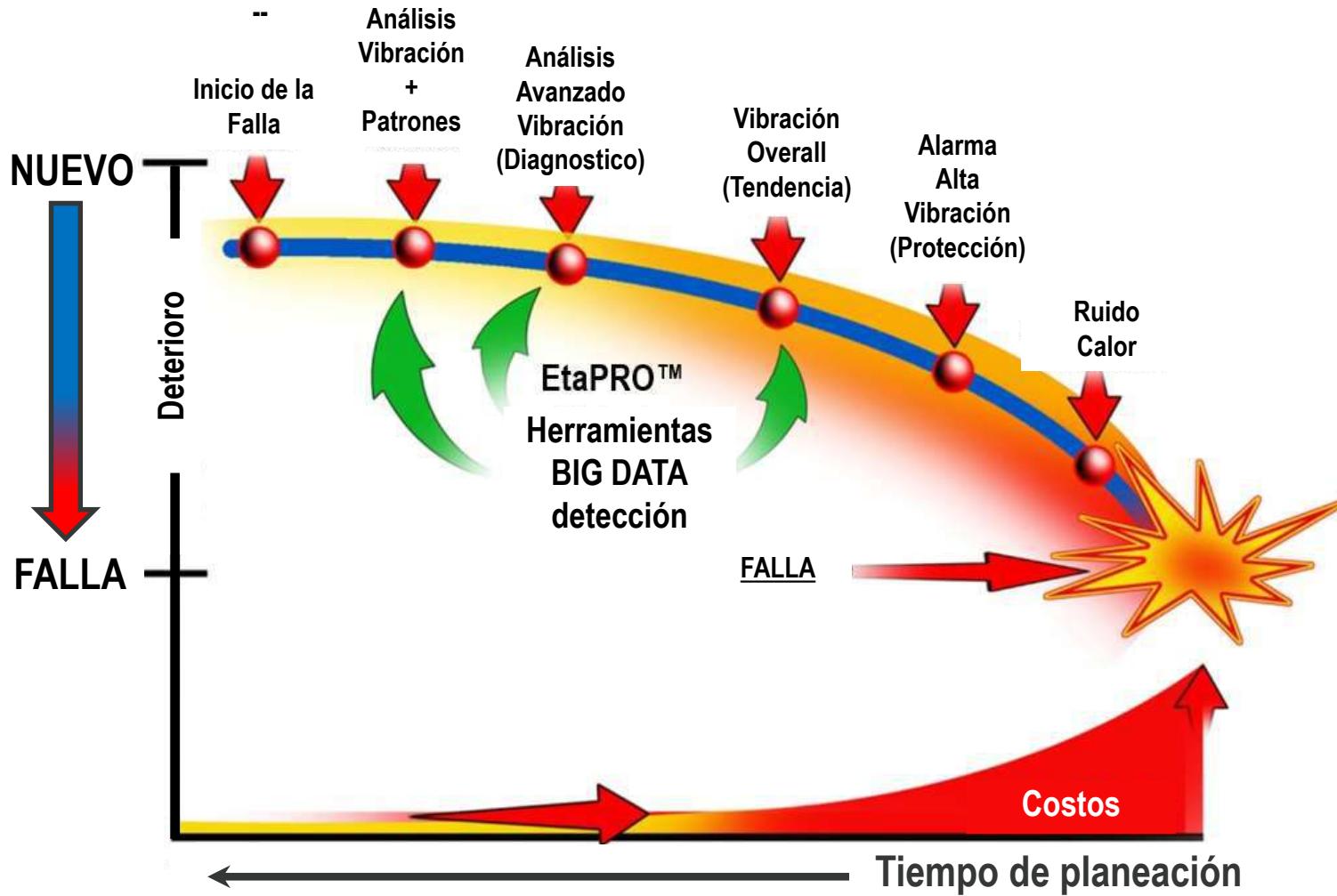
- Monitoreo automático basado en *features*\*
- Diagnóstico en línea
- Pronostico (prognosis) a tiempo de falla



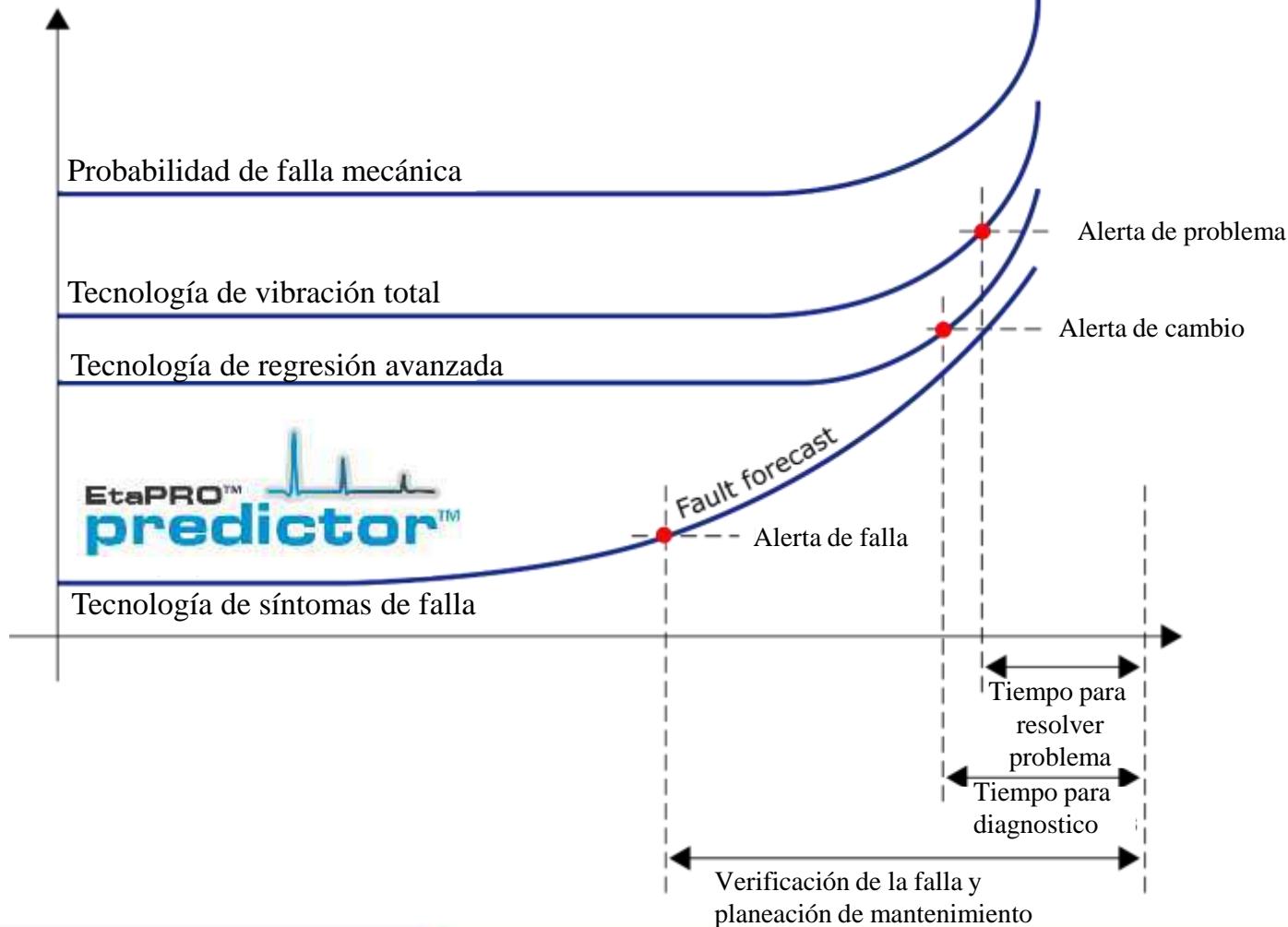
\*Características de la señal que pueden ser relacionadas con fallas.  
(Ej: valor RMS, amplitud 1X, impactos tiempo)



# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración

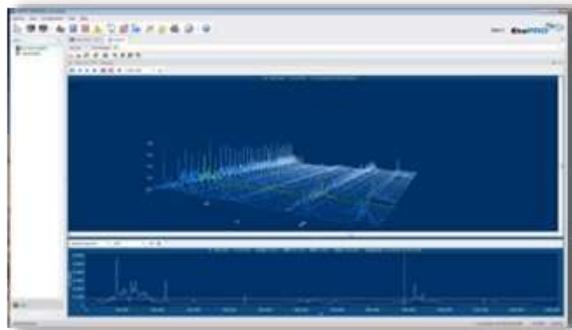


# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración

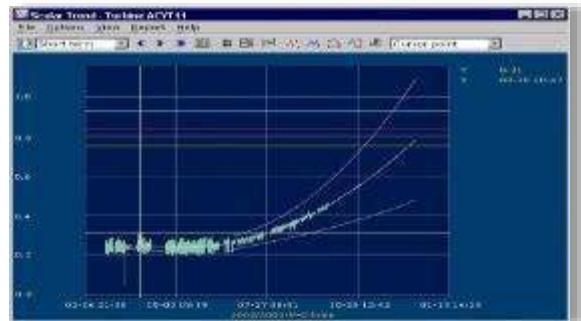


# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración

Análisis Información



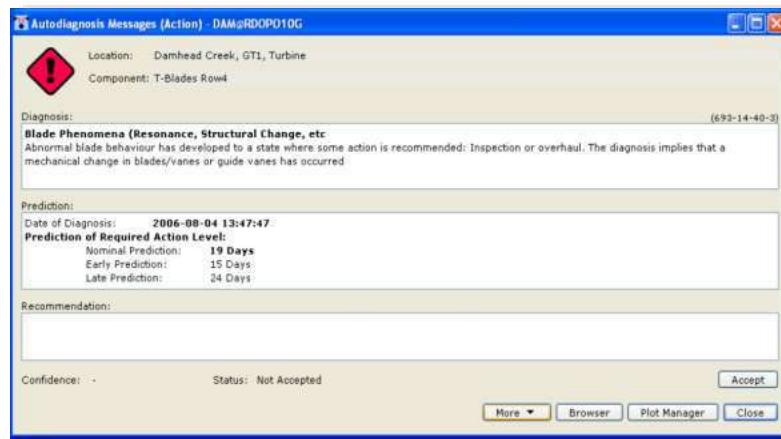
AutoDiagnosis™



Pronóstico

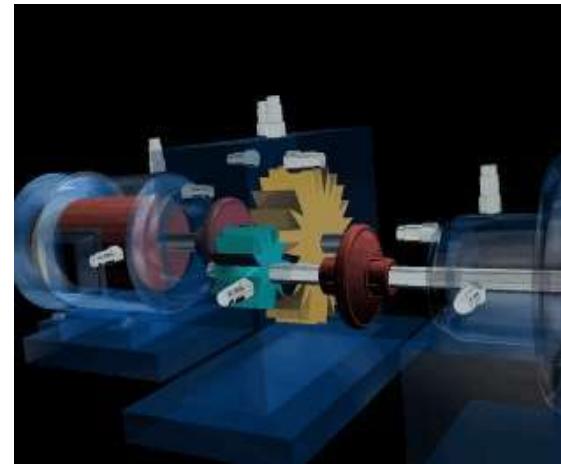
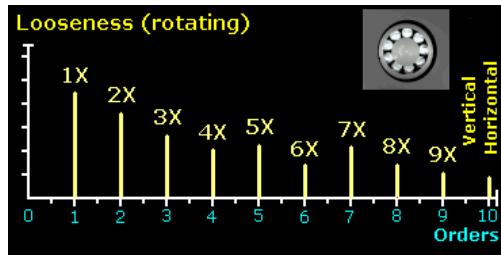
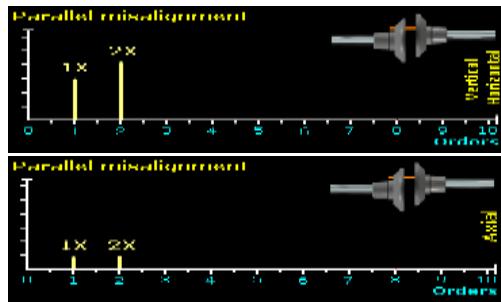
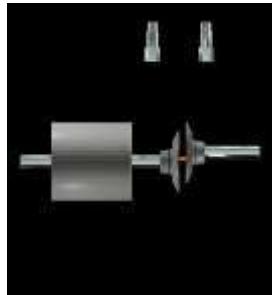
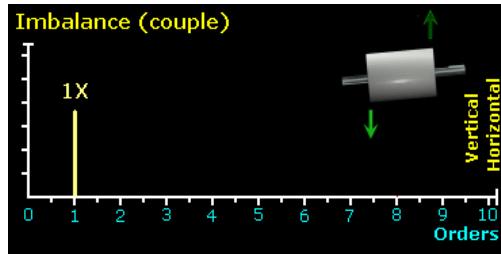
Datos Históricos

- Información diseño
- Medición de potencia
- Medición de cargas
- Temperaturas
- Posición de válvulas
- Diferencial de presión
- Vibraciones
- Etc



US Patent 7,089,154 B2 (2001)

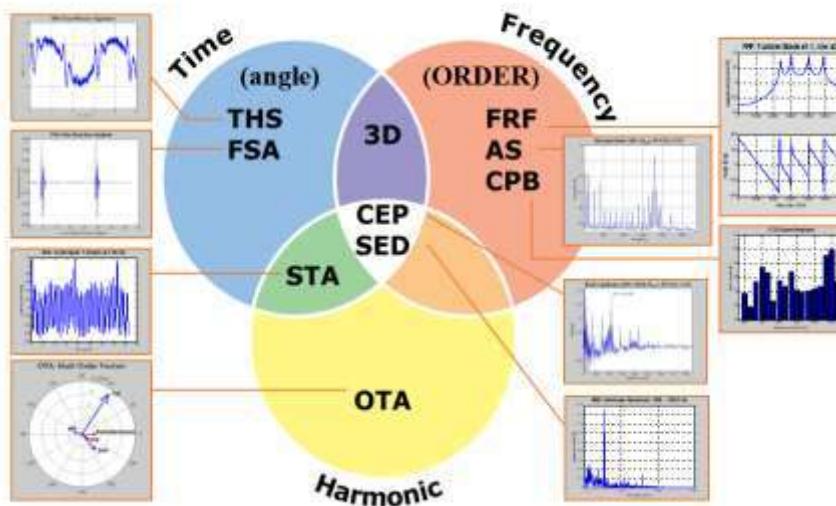
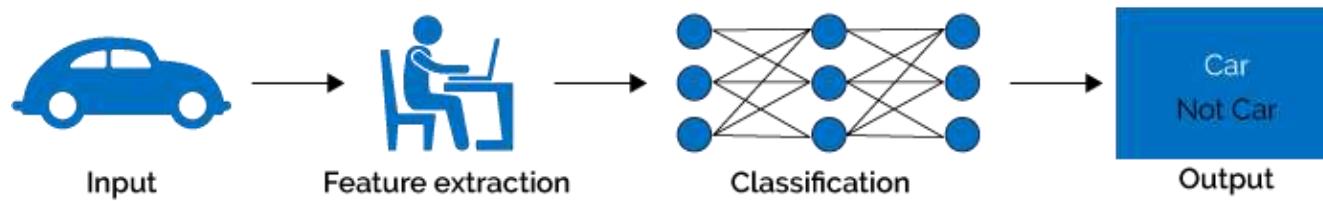
# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración



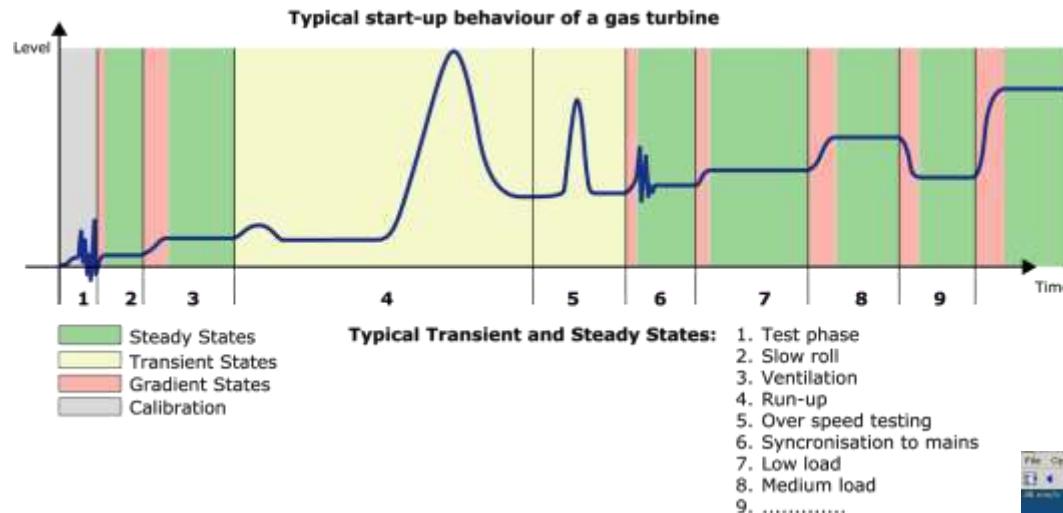
*Combinación de fallas*

# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración

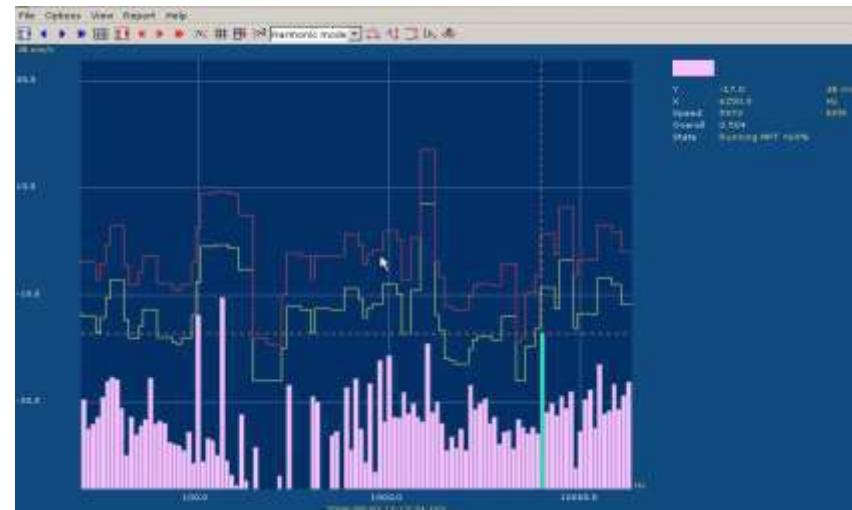
## Machine Learning



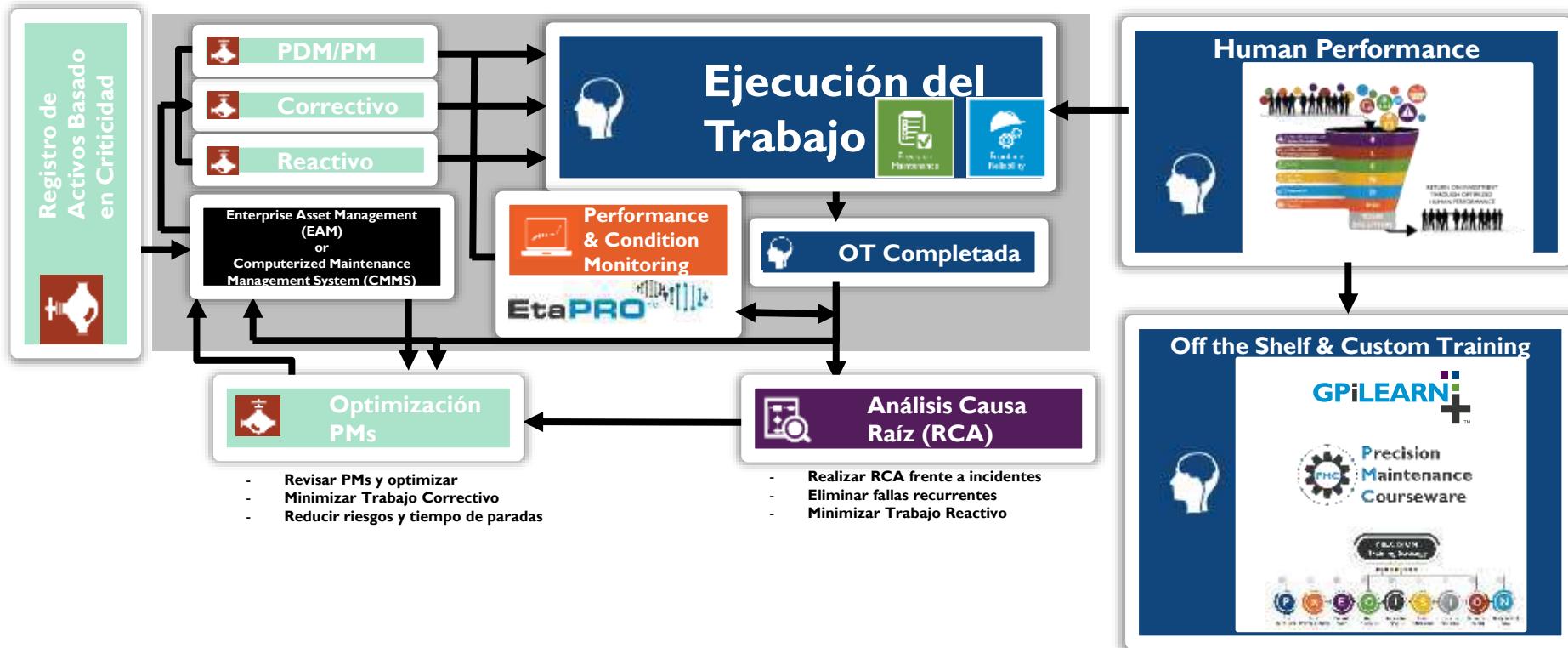
# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración



## *Features* y Límites por **Estados de Operación**



# Inclusión del sistema en P.G.A.



**Visión Gerencia – Metas y estrategias del negocio → Mejora continua**

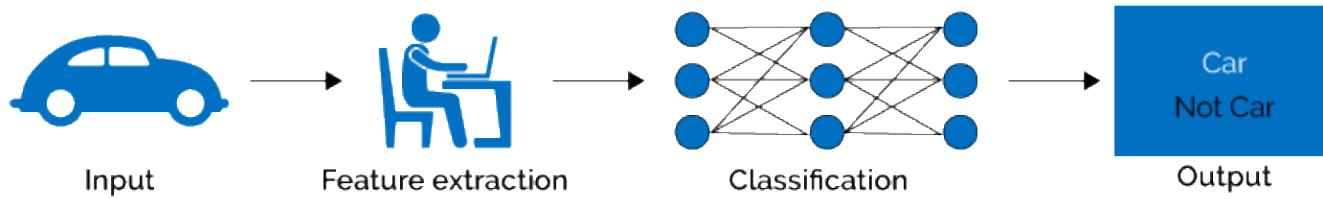
# Inclusión del sistema en P.G.A.



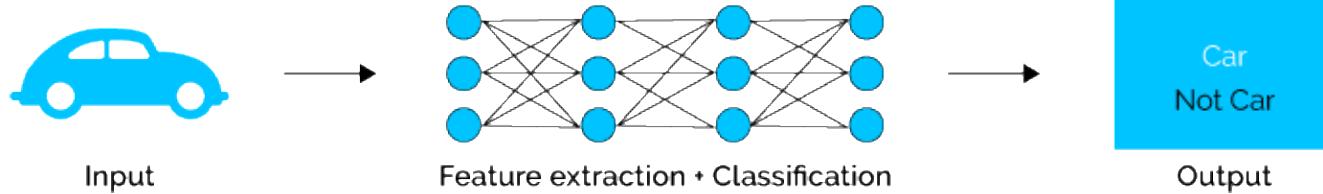
Futuro?

# Futuro de estas herramientas

## Machine Learning



## Deep Learning



+Redes neuronales complejas

# Futuro de estas herramientas

## The 4<sup>th</sup> Industrial Revolution Is Upon Us.

FROM INDUSTRY 1.0 TO INDUSTRY 4.0

### FIRST INDUSTRIAL REVOLUTION

Introduction of mechanical production facilities with the help of water and steam power



1784  
First mechanical loom

### SECOND INDUSTRIAL REVOLUTION

Introduction of a division of labor and mass production with the help of electrical energy



1870  
First assembly line

### THIRD INDUSTRIAL REVOLUTION

Use of electronic and IT systems that further automate production



1969  
First programmable (PC)

### FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

The Digital Connected World



PRODUCTIVITY



1800

1900

Principles of  
Scientific Management

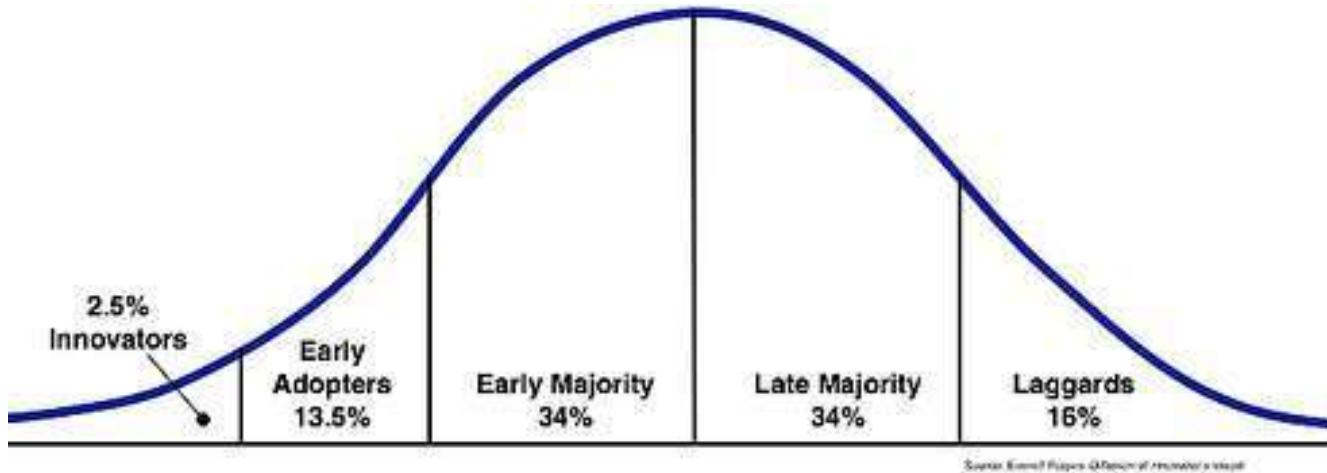
TQM

2000

- Lean
- Six Sigma

+Mas corta y mas agresiva

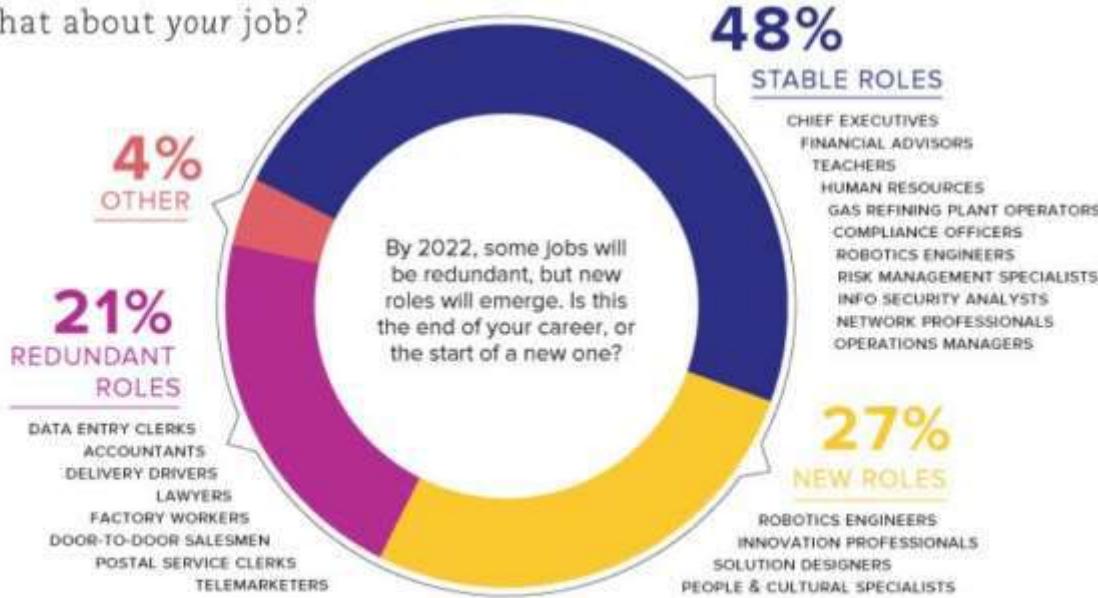
# Futuro de estas herramientas



+Rápida adaptación tecnológica

# Futuro de estas herramientas

What about your job?



SOURCE: Future of Jobs Survey 2018, World Economic Forum, Statista

[visualcapitalist.com](http://visualcapitalist.com)



+2022

# Preguntas y comentarios





## Mateo Peñaranda V.

Perf & Mech Applications Engineer  
[mpenaranda@gpstrategies.com](mailto:mpenaranda@gpstrategies.com)

[www.gpstrategies.com](http://www.gpstrategies.com)



(+57) 3142451045  
Bogota, Colombia

- Mechanical Engineer
- Certified Reliability Leader
- Vibration Analyst