



CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  

---

M É X I C O



ORGANIZADO POR:





Ricardo Santamaría Holek

*Director TAM / IMMP*

# Maximizando los Beneficios del Programa de Análisis de Vibraciones

## Resultados obtenidos de una encuesta sobre *Condition Monitoring (C.M.)*



Fuente: Revista *Plant Services* (USA) en 2016. Encuesta realizada en una muestra de 200 empresas en los EEUU.

## Monitoreo de Condiciones

- **Entonces, si reconocemos que es una herramienta tan importante, ¿por qué? . . . .**
  - Se lleva tan pobremente en la mayoría de las empresas
  - No se destinan los recursos adecuados para su exitosa implementación (materiales y humanos)

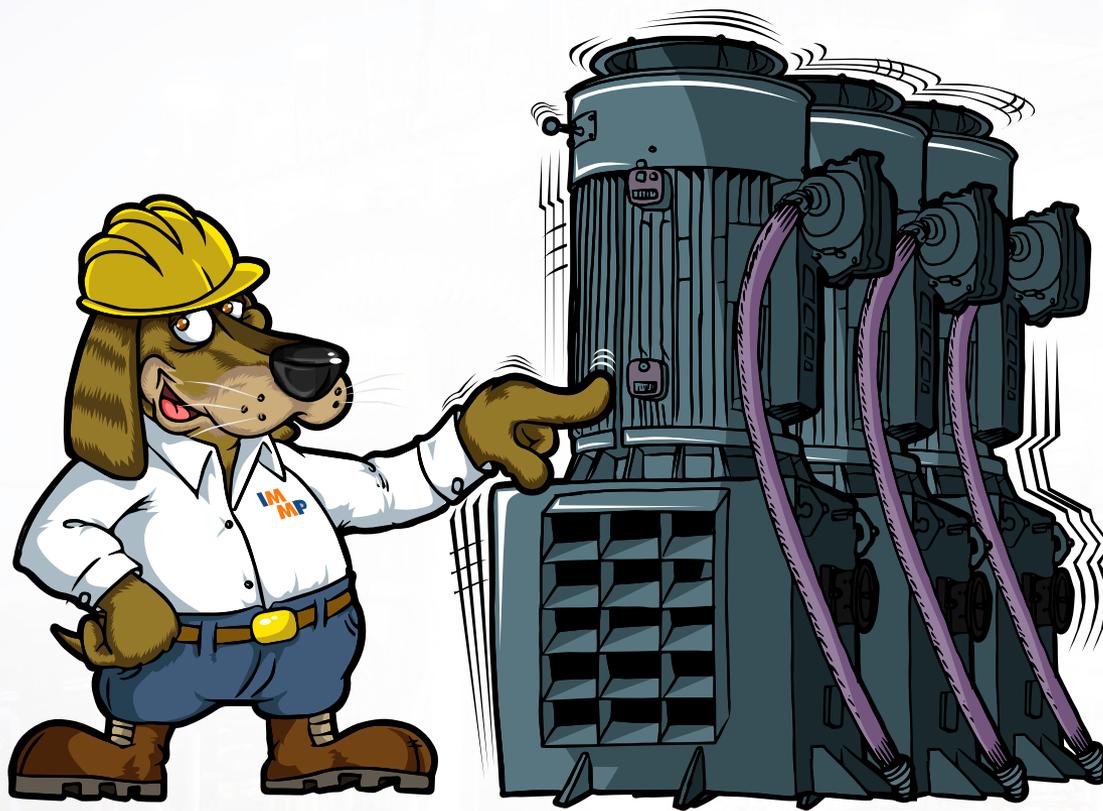
## Testimonios

- **“Todos los Jueves nos reunimos en mantenimiento para revisar el tema de análisis de vibraciones pero por el momento se le está dando prioridad a otras cosas.”**
- **“Actualmente no está funcionando nuestro equipo analizador de vibraciones, pero ya lleva así por lo menos un par de años y tampoco estamos contratando el servicio. Por el momento nos enfocamos a correctivos y preventivos”**

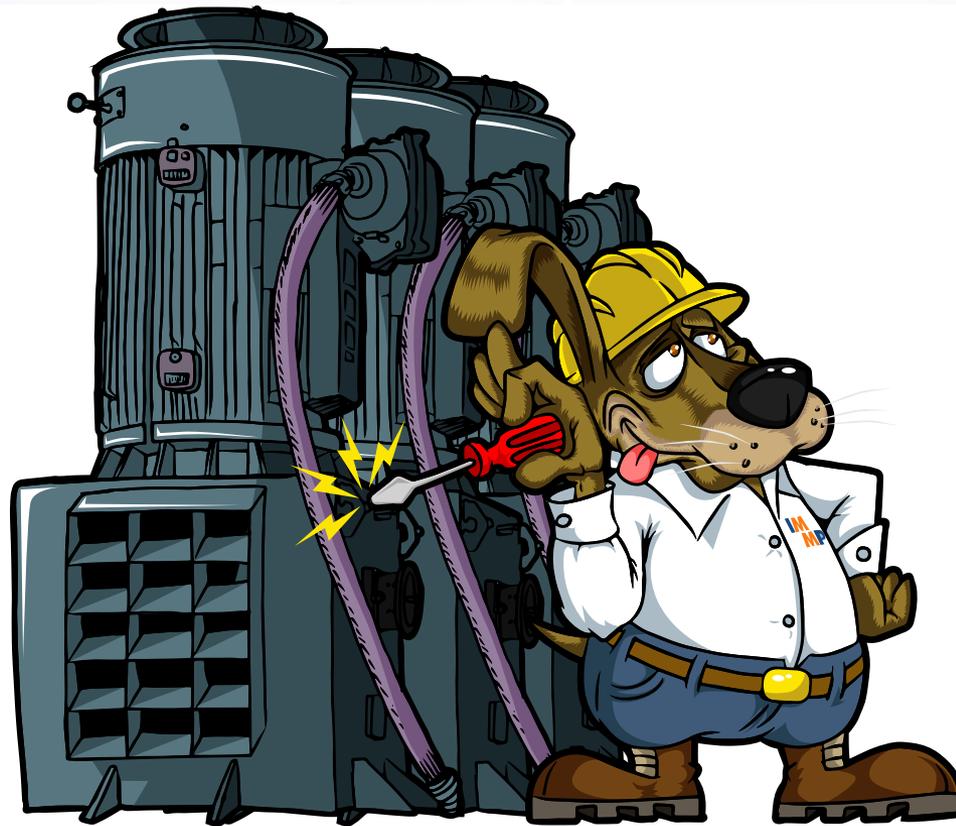
## Testimonios

- **“ Mi jefe me pidió una presentación con 2 diapositivas ya que no sabe para qué sirven los análisis de vibraciones”**
- **“De momento hay una reestructuración en el departamento y no sabemos al final cuales son los proyectos que se van a iniciar”**

# ¿entonces . . . . así llevas tu programa de Mantenimiento Predictivo?



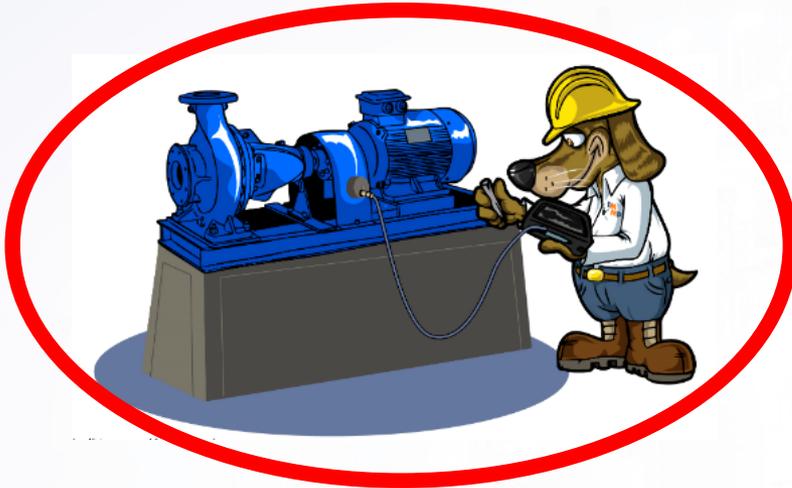
¿ o . . . tal vez así?



**¡muy importante!**

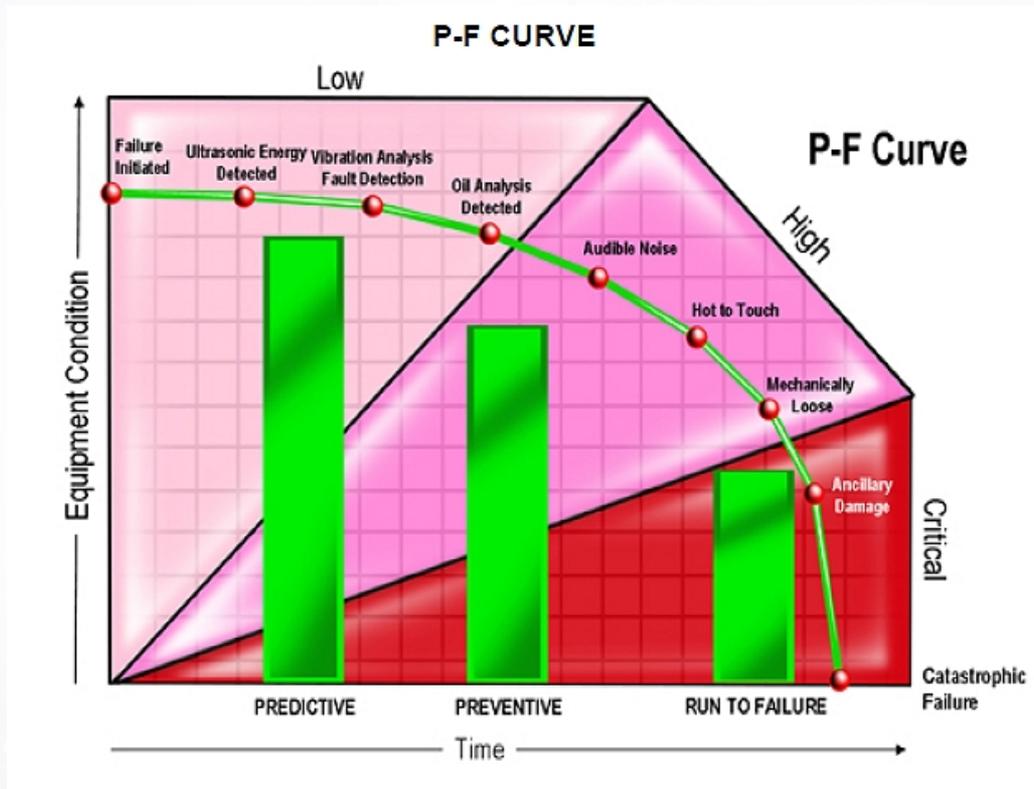
**Nuestro programa de Mantenimiento Predictivo, será tan efectivo como su capacidad de detectar problemas oportunamente**

## Revisemos algunas técnicas de *Condition Monitoring* disponibles

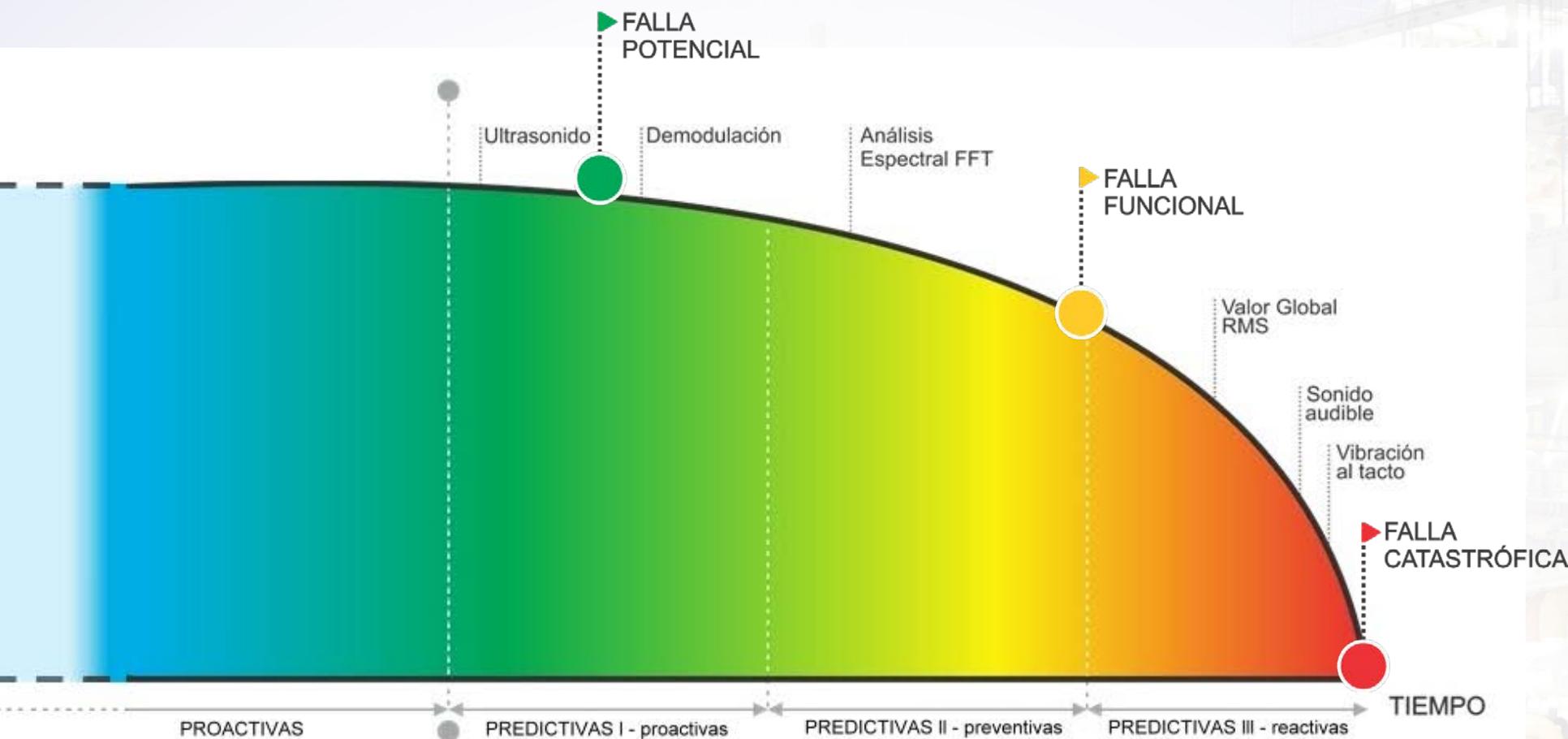


# Concepto tradicional de la curva P-F

según John Moubray autor del libro RCM-II



# La curva P-F modificada



## Pero, al menos para Análisis de Vibraciones tenemos . .

1. RMS – valor global
2. Análisis espectral FFT
3. Análisis en tiempo
4. Análisis de fase
5. Análisis orbital
6. Análisis de bandas de frecuencia filtradas (bandas angostas)
7. *Order analysis*
8. Demodulación, Envolvente, *Peak View, Impact Demodulation*
9. *Shock pulse meter (SPM)*
10. *Full spectrum*
11. Nyquist/Bode
12. *Coherence*
13. *Run up, Coast down*
14. Sincronización en tiempo
15. Cepstrum
16. HD ENV de SPM
17. *Time recording*
18. *Octave band analysis* y Análisis modal y Análisis de Modos de Deflexión y etc.

## Clasificando algunas pruebas comunes en el Análisis de Vibraciones

### Proactivas – (región proactiva: diseño - puesta en marcha-operación normal)

- Análisis espectral FFT
- MDS – Análisis de modos de deflexión
- Nyquist/Bode
- *Run up - Coast down*
- Análisis modal – diseño

### Predictivas II - (región mtto. preventivo)

- Análisis FFT
- Análisis en tiempo
- Análisis de bandas de frecuencia filtradas (bandas angostas)
- *Order analysis*
- *Full spectrum*
- Sincronización en tiempo

### Predictivas I - (región mtto. proactivo)

- Ultrasonido
- Shock pulse meter (SPM)
- Demodulación (*impact demodulation*)
- Envolvente/Peak View/Spike energy
- HD Enveloping

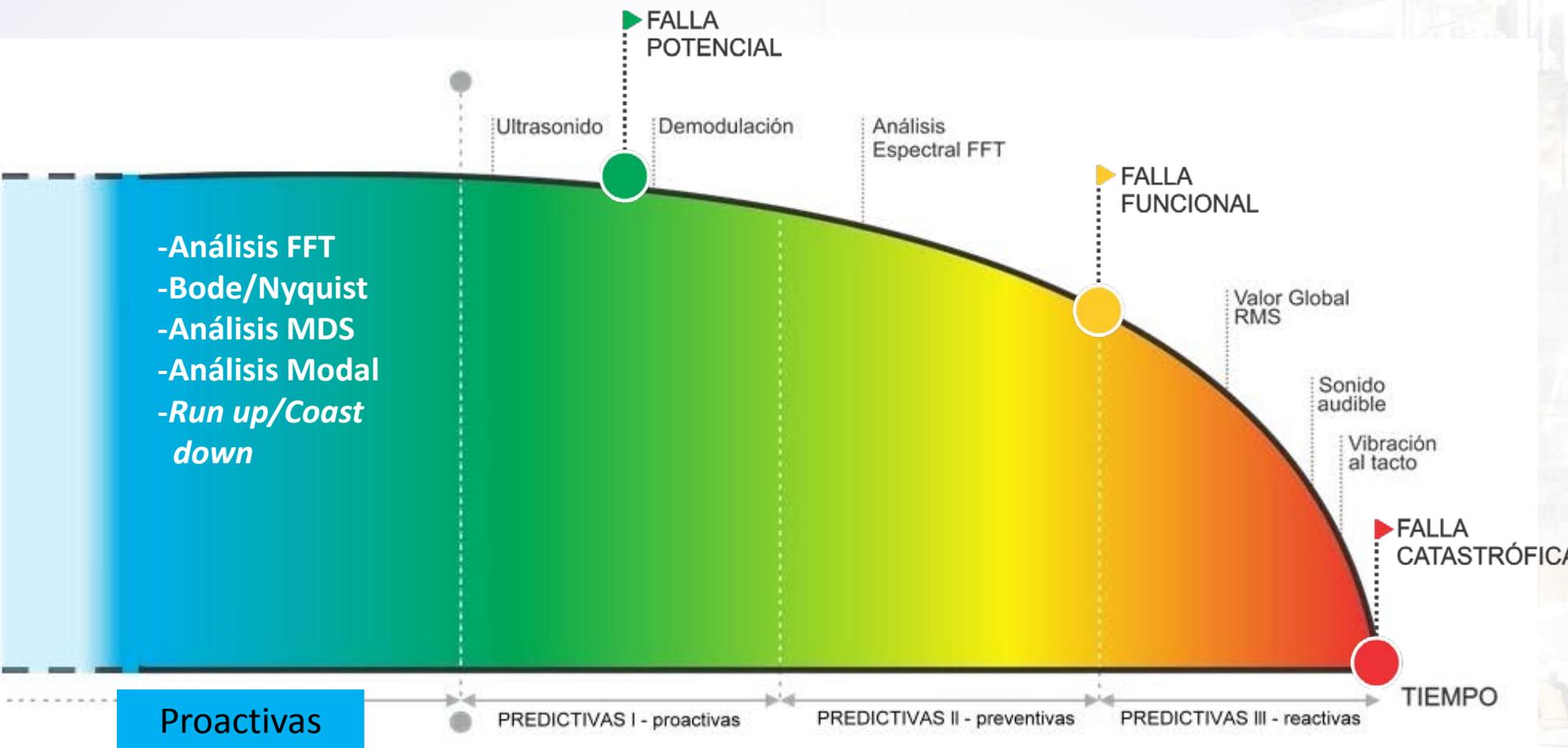
### Predictivas III – (región mtto. reactivo)

- RMS – valor global
- RMS – valores filtrados

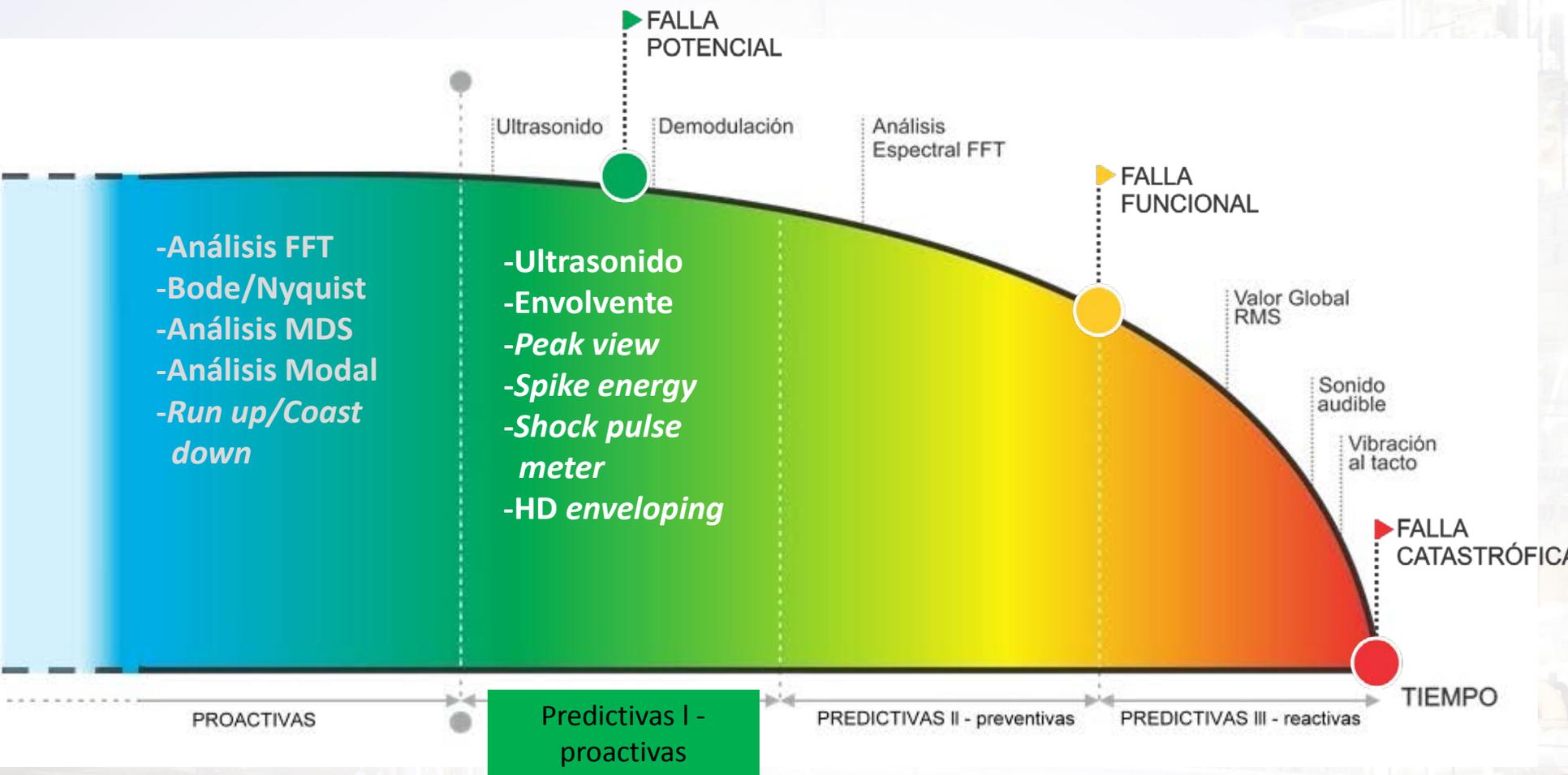
### Protección – (durante todas las etapas)

- Análisis orbital
- RMS full time
- Análisis espectral y Alarmas de banda

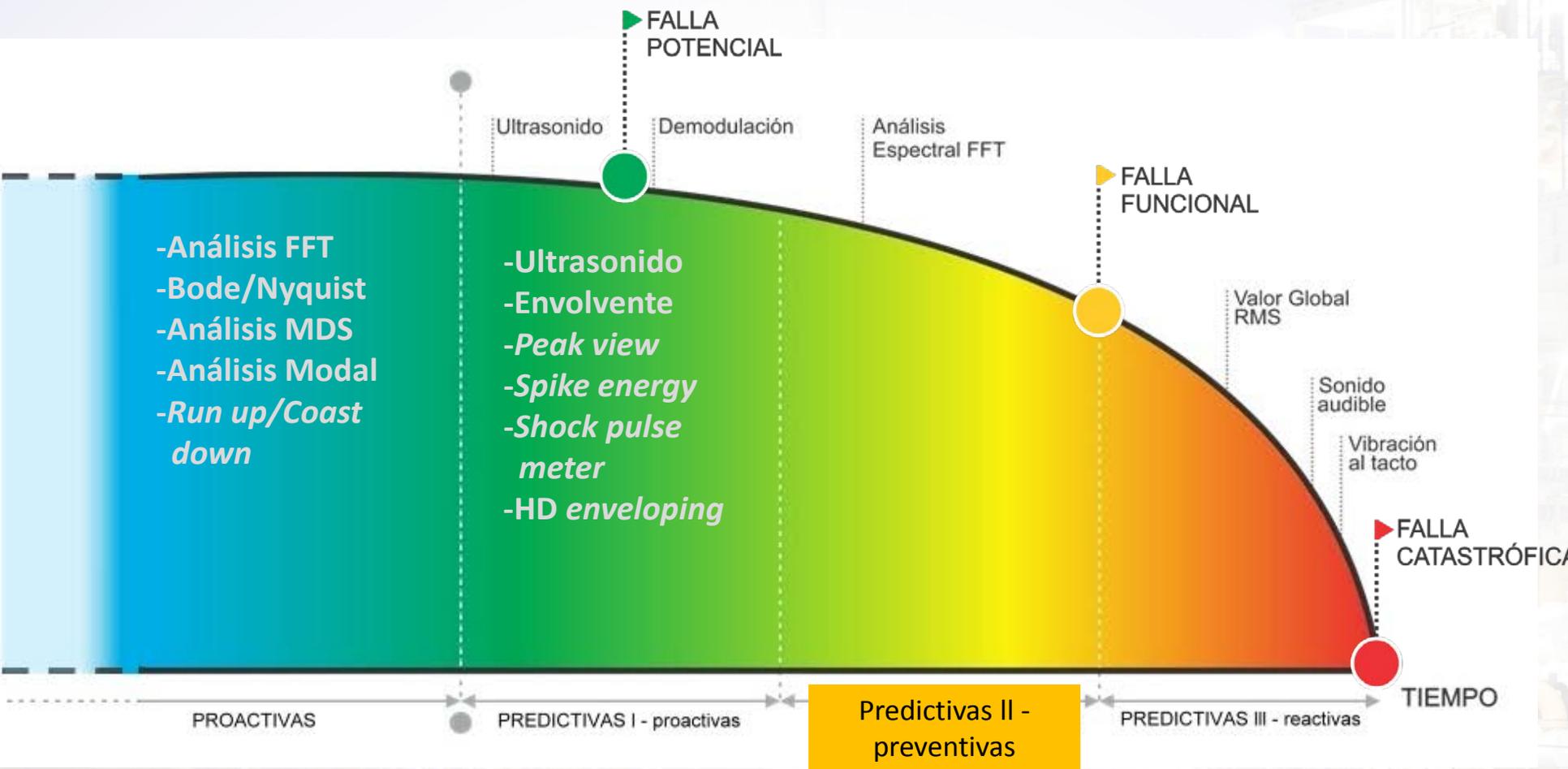
# Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones



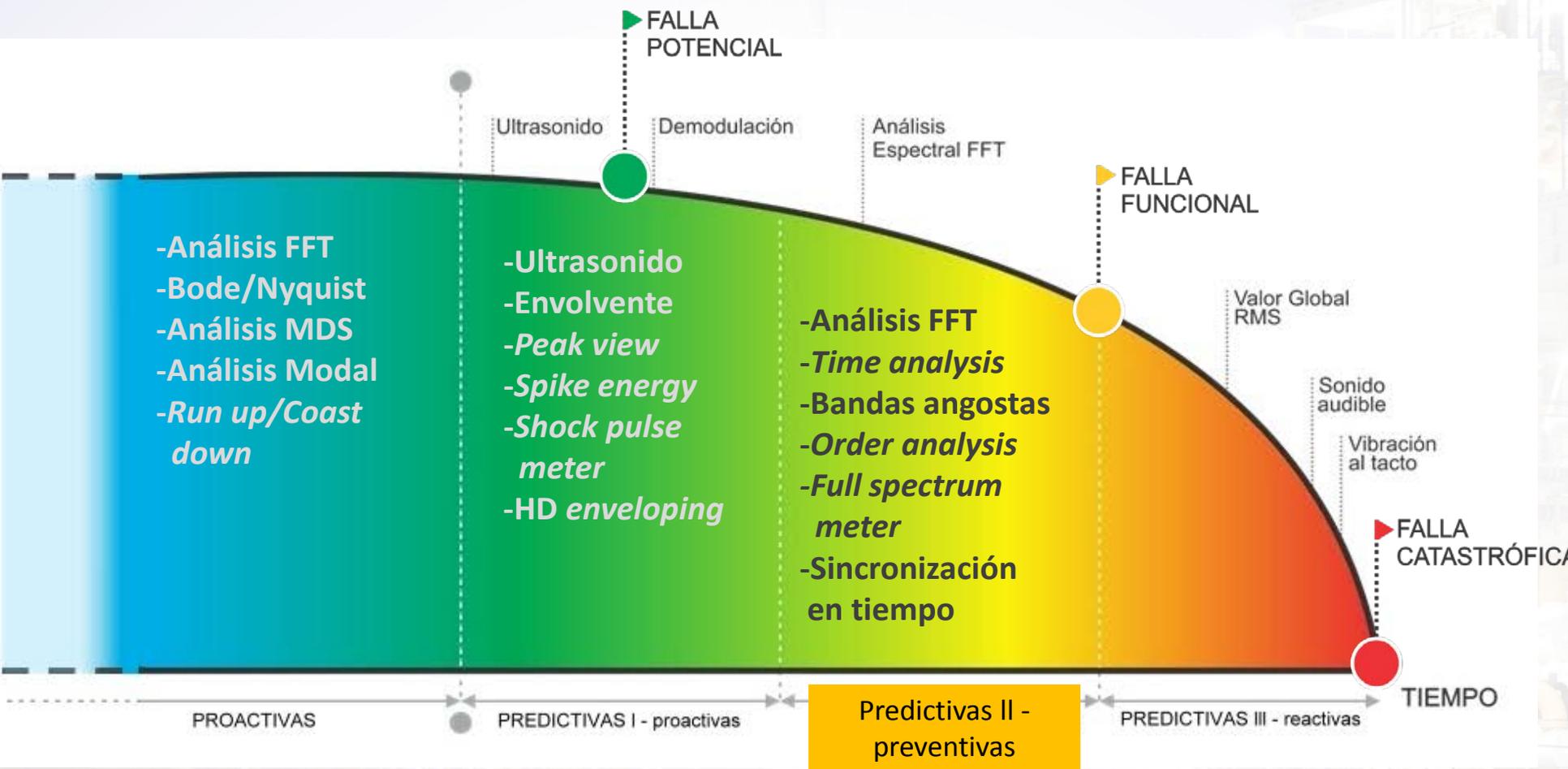
# Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones



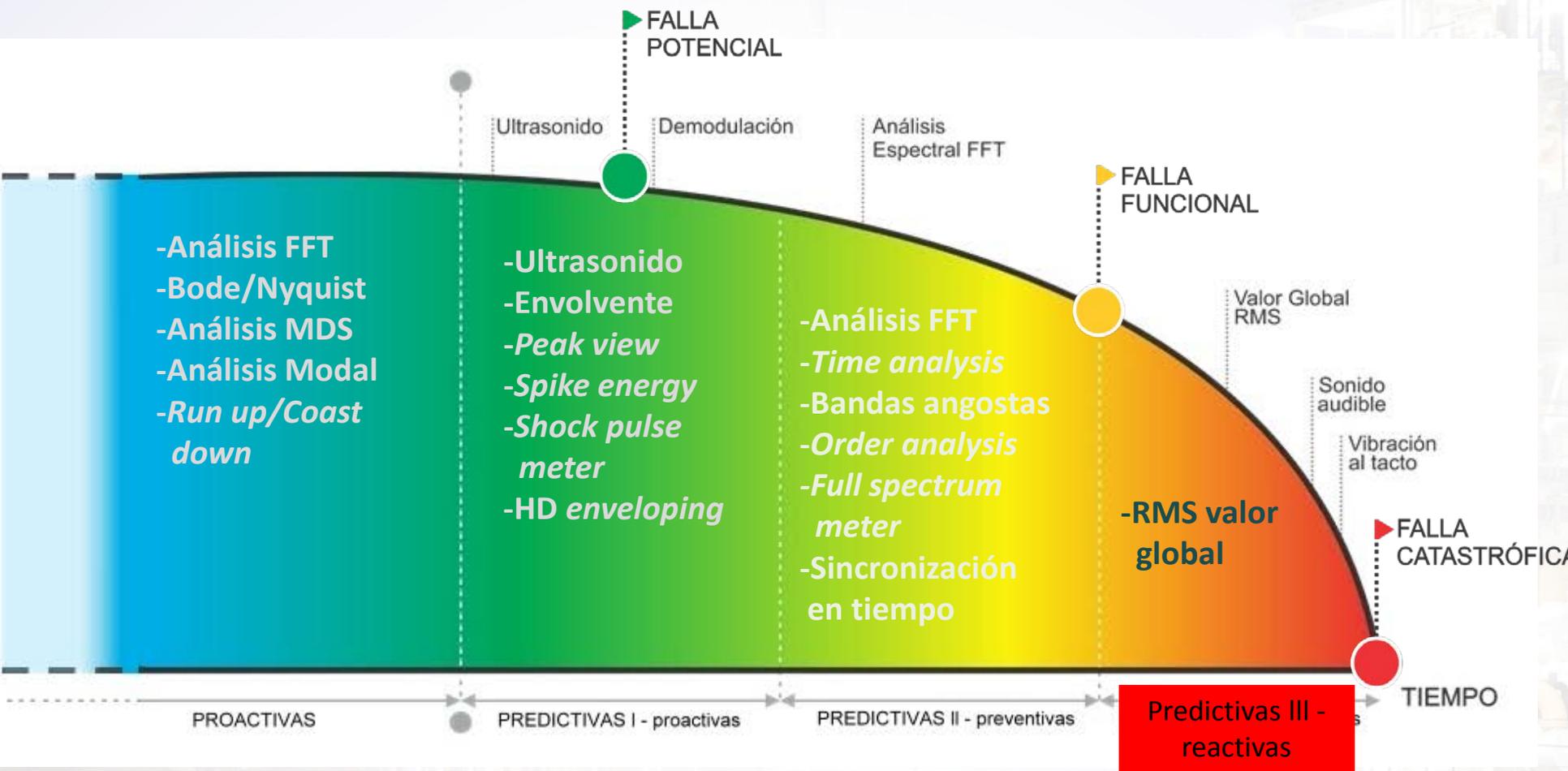
## Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones



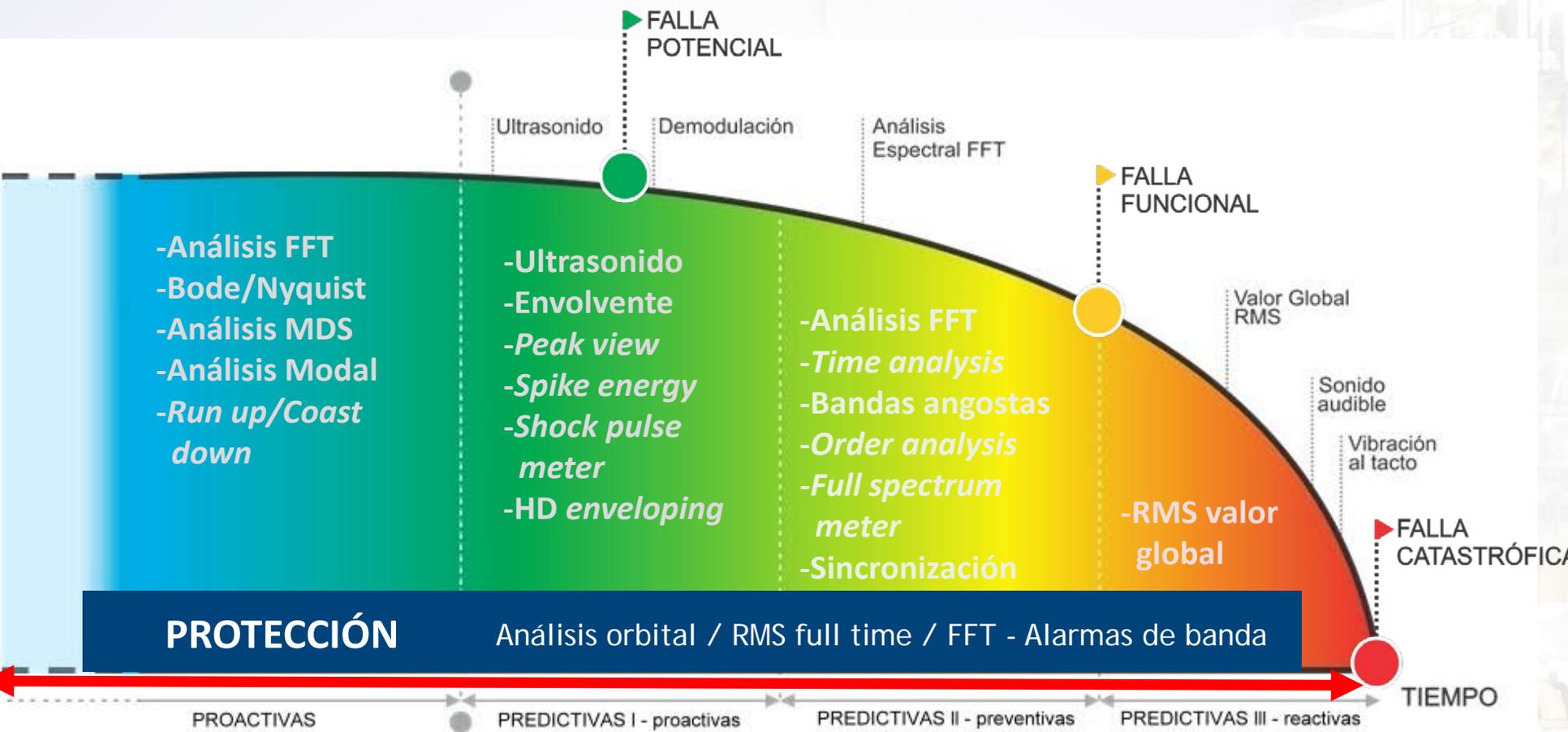
## Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones

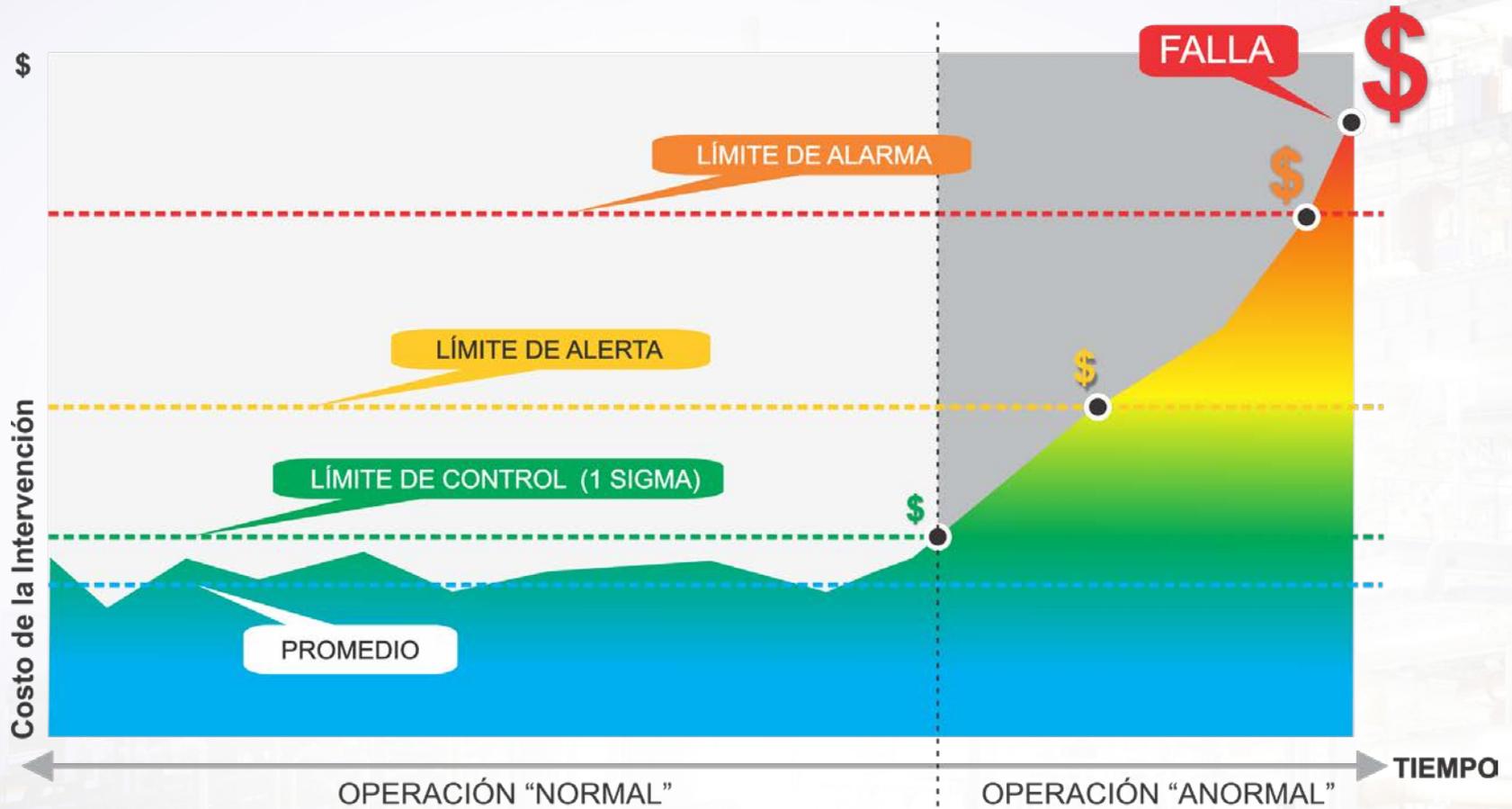


# Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones



# Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones

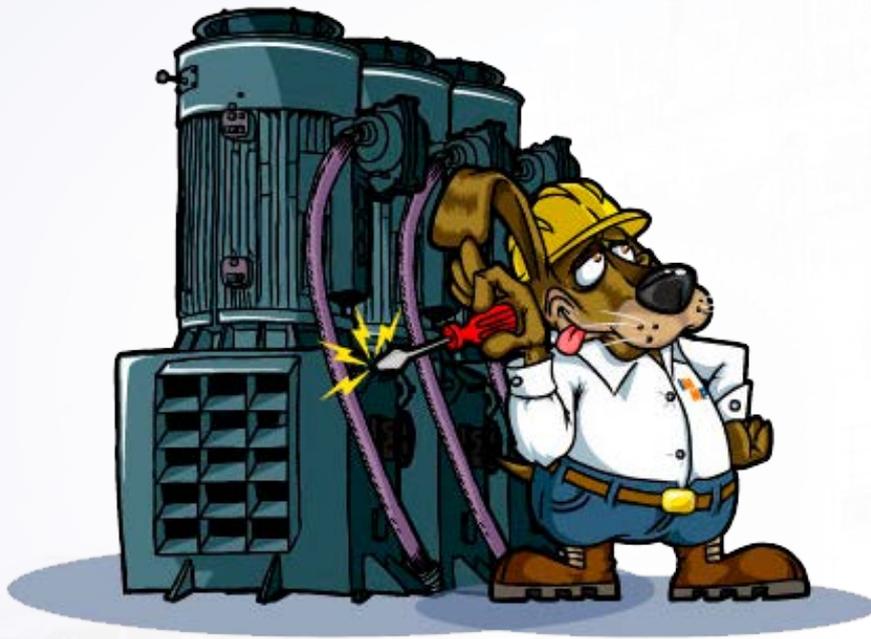




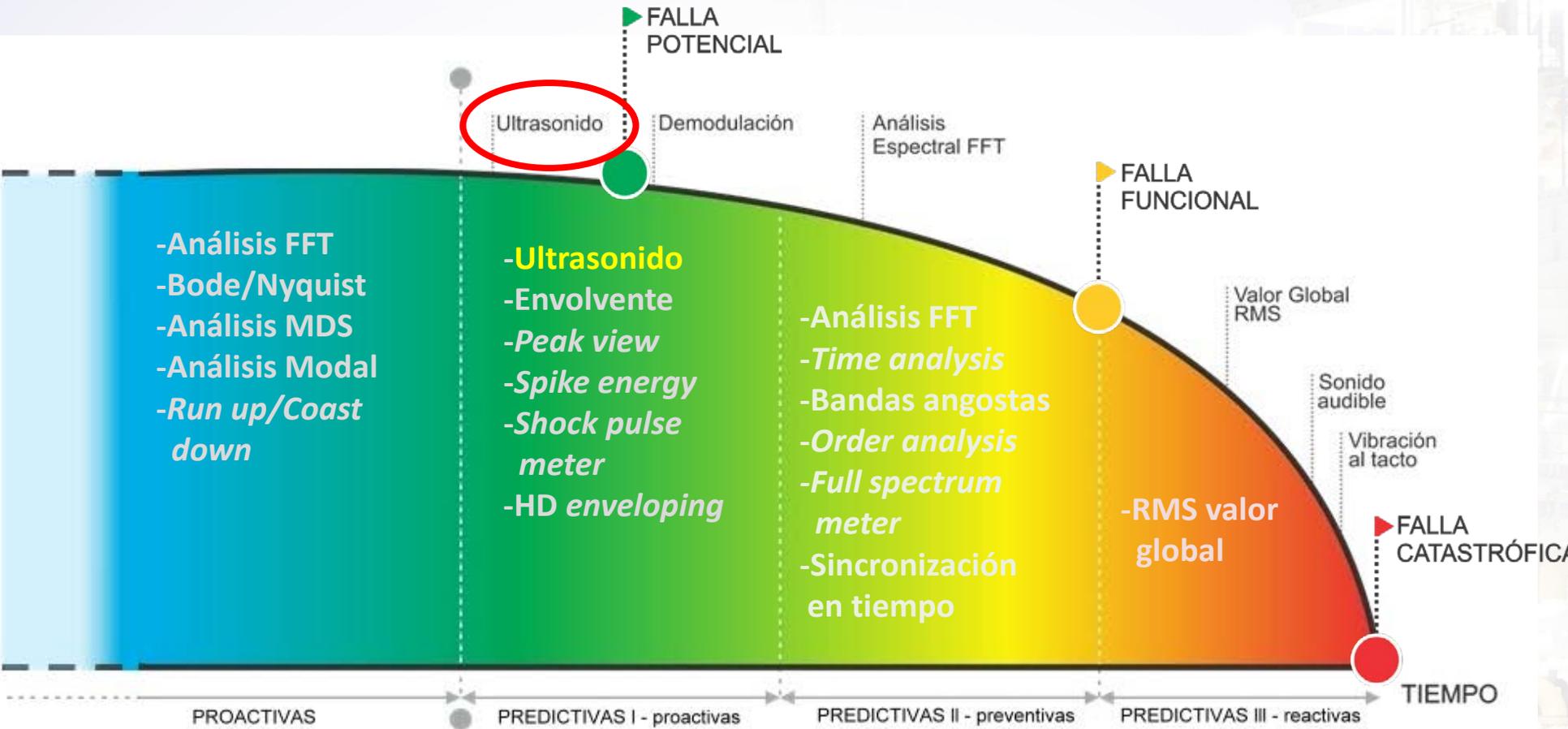
# Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones



# ¿Qué herramientas usamos para detectar cambios en la condición de nuestros equipos?



## Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones



# Ultrasonido $\geq 20\text{Khz}$ -



# Ultrasonido $\geq 20\text{Khz}$ -

Antes de Lubricar

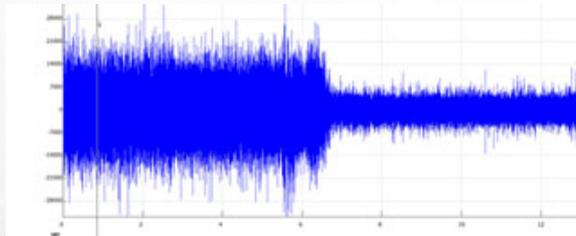


38 dB $\mu$ V

Después de Lubricar

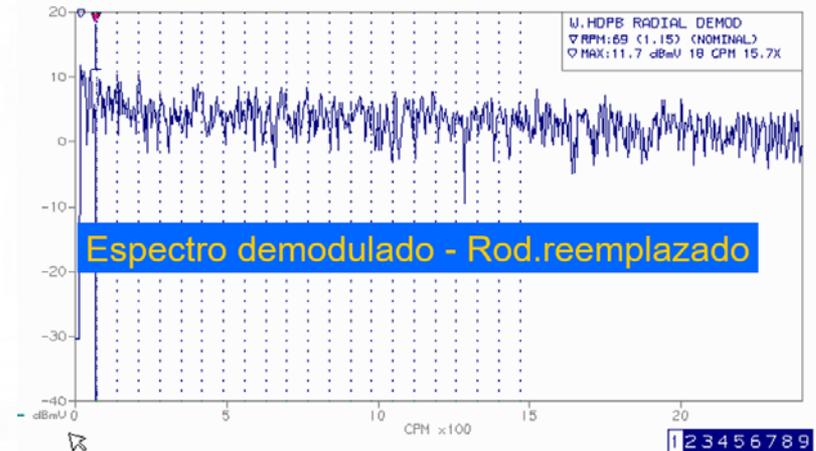
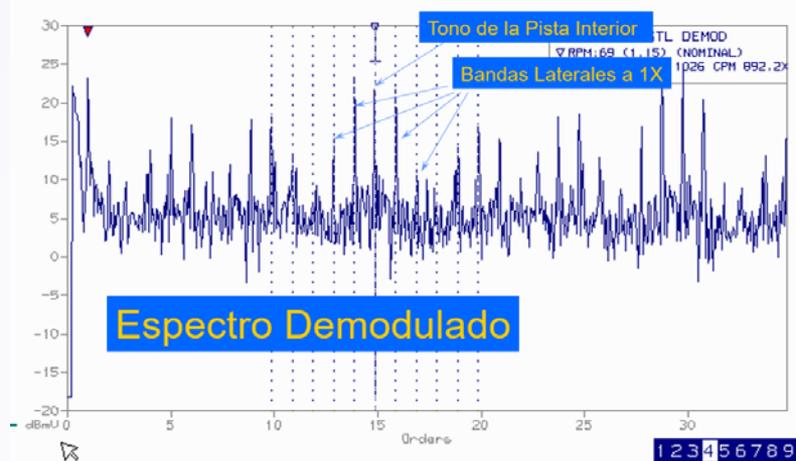


25 dB $\mu$ V

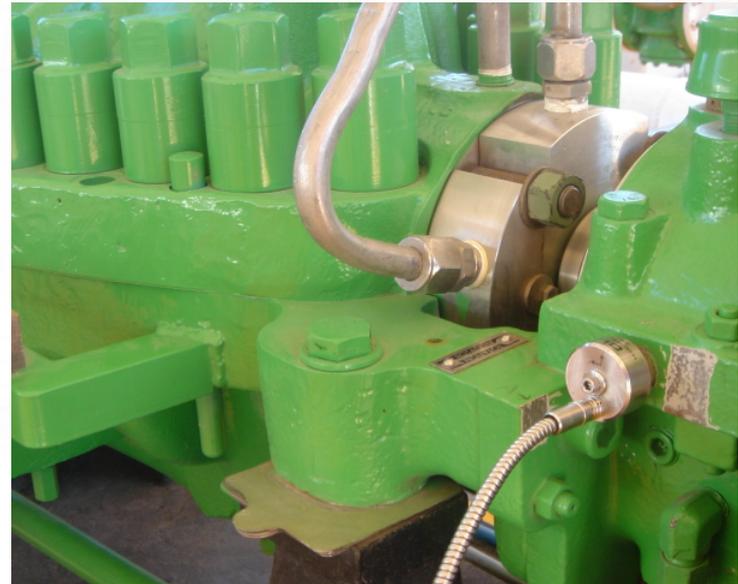
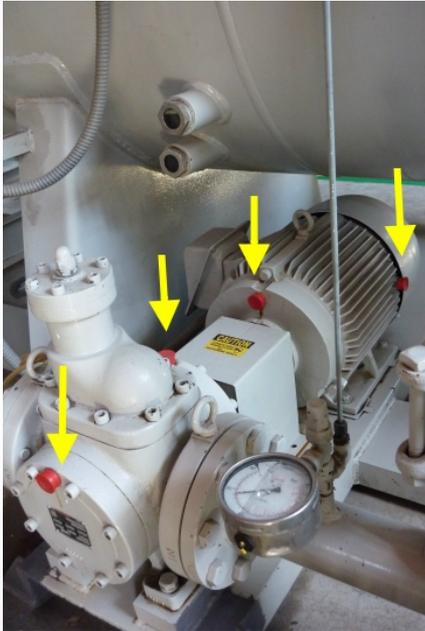


# Demodulación

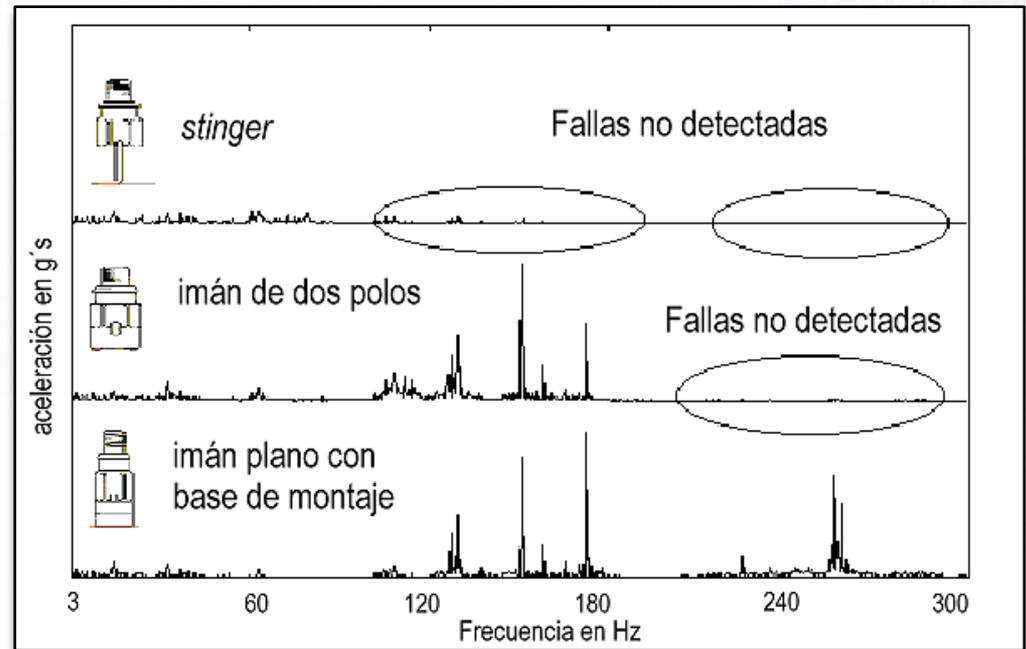
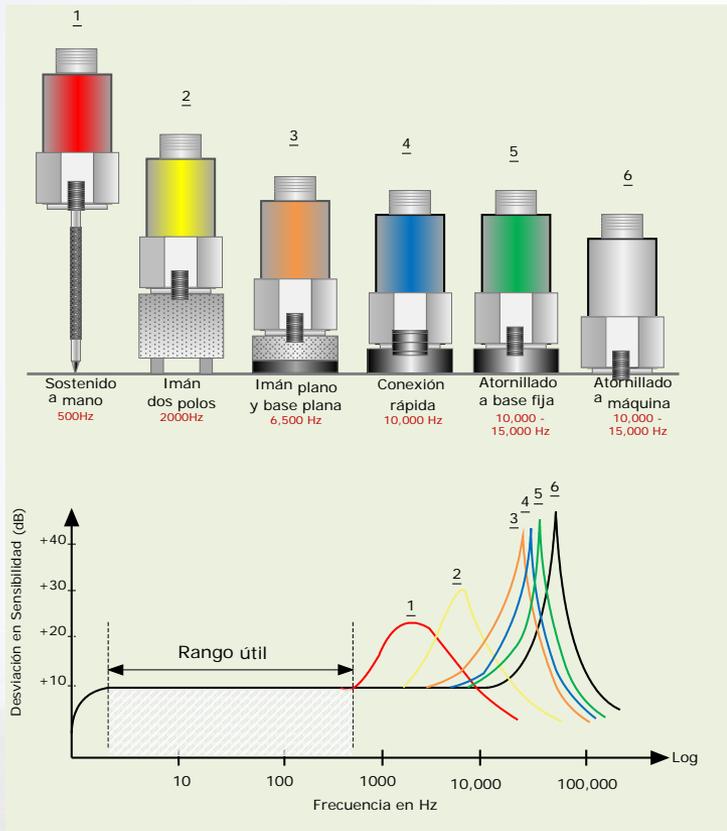
típicamente entre 500hz – 5Khz



# Estás colocando el sensor correctamente?



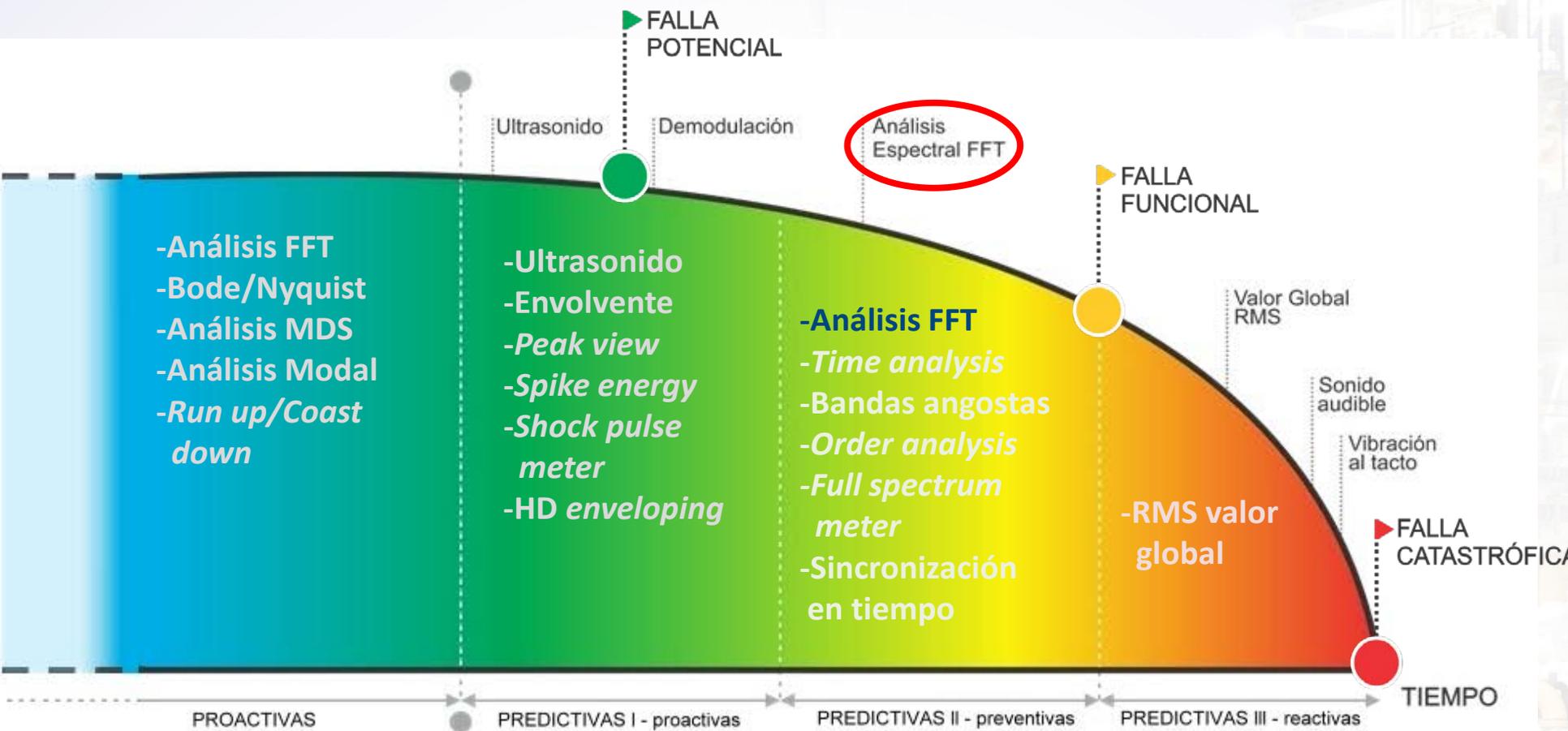
# SÍ, pero la medición en altas frecuencias es dependiente de la calidad del montaje del acelerómetro



mensaje **importante**

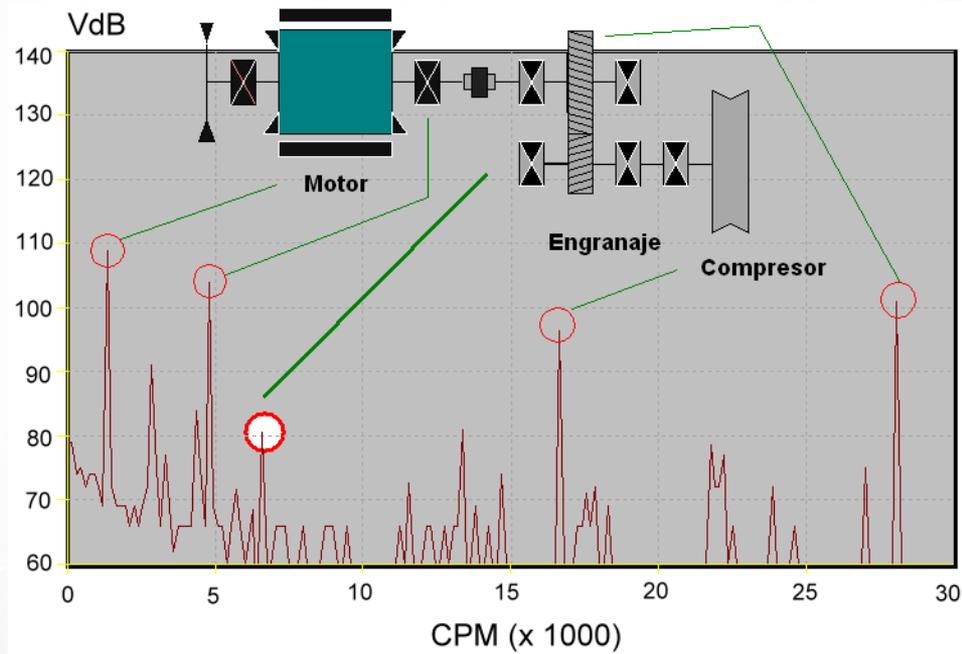
**¡ Lo que no se puede ver, no se puede diagnosticar !**

## Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones

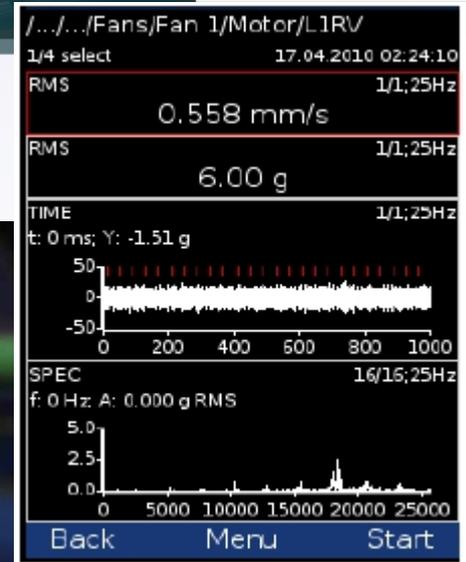


# Análisis espectral FFT

Una herramienta de análisis muy poderosa, pero se debe aplicar cuidadosamente



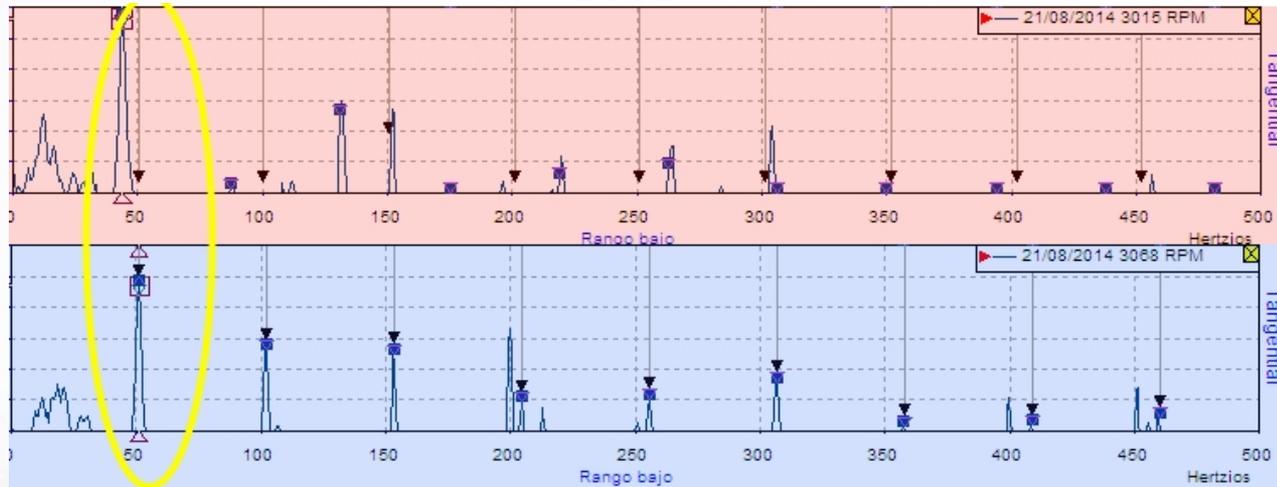
# Análisis espectral



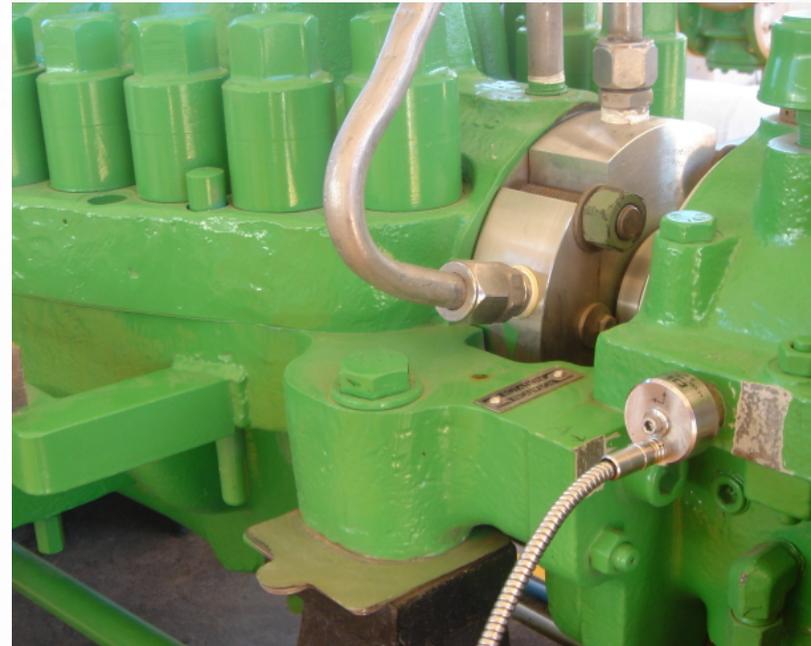
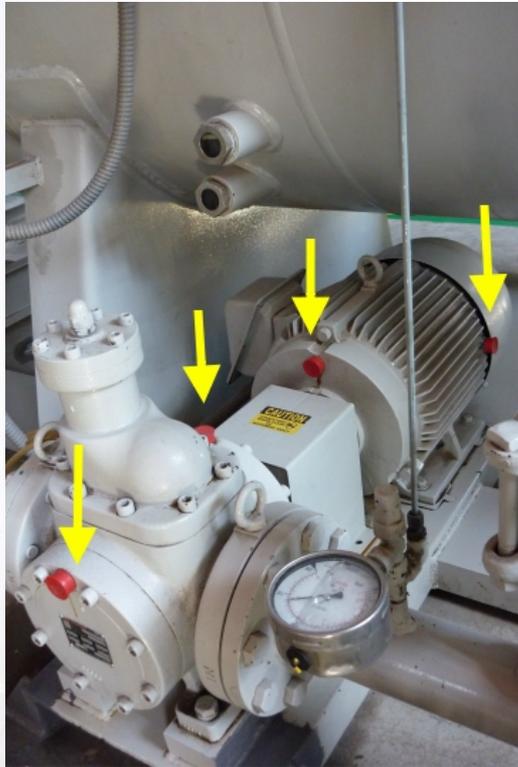
# Análisis espectral FFT

depende de las condiciones de operación de la máquina

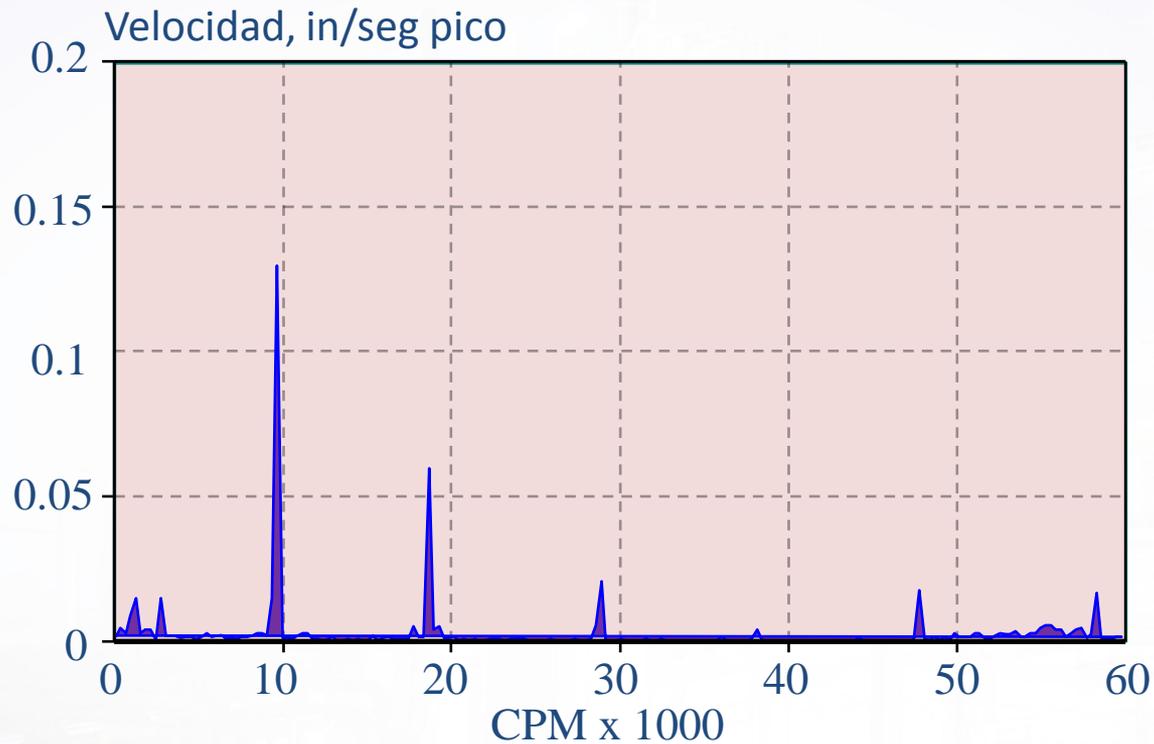
- Medir siempre en el mismo lugar
- Mismas condiciones de velocidad y carga



# Estás colocando el sensor correctamente?

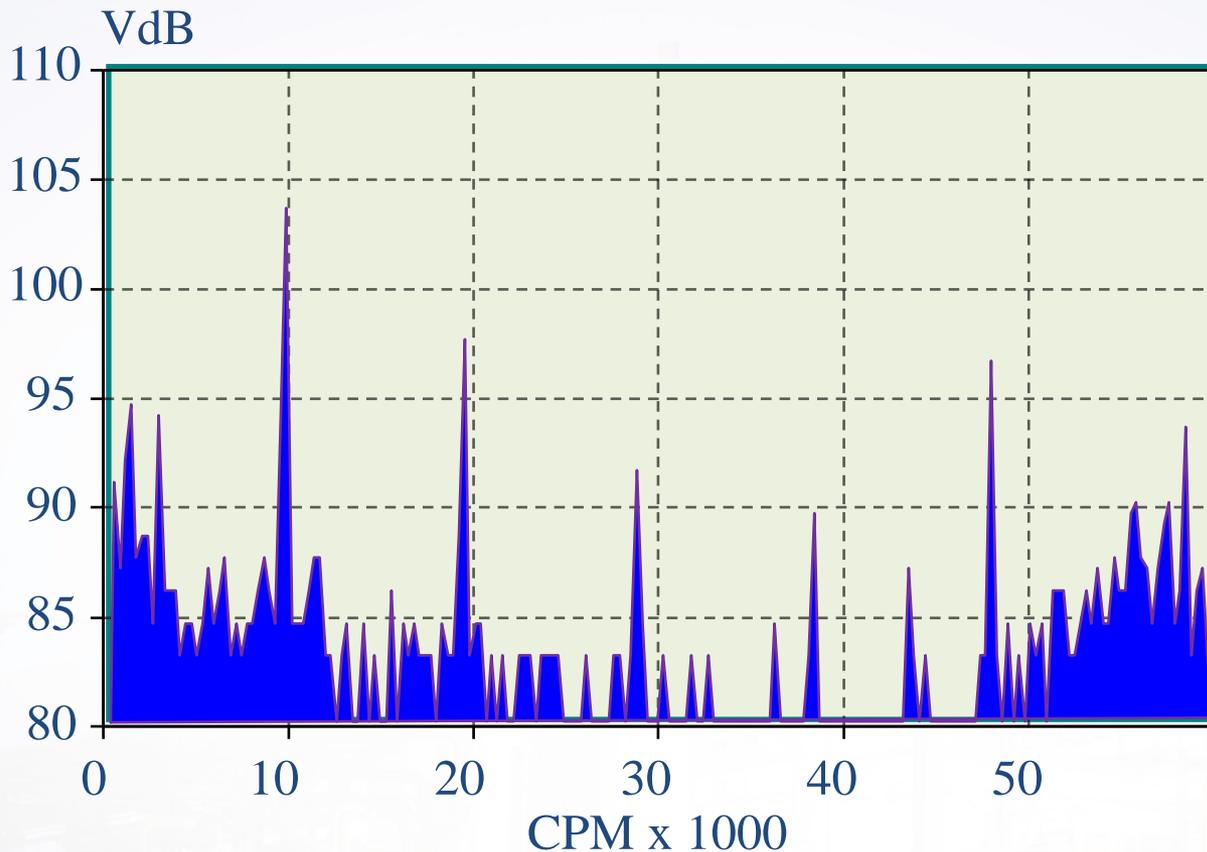


# Escala de amplitud lineal



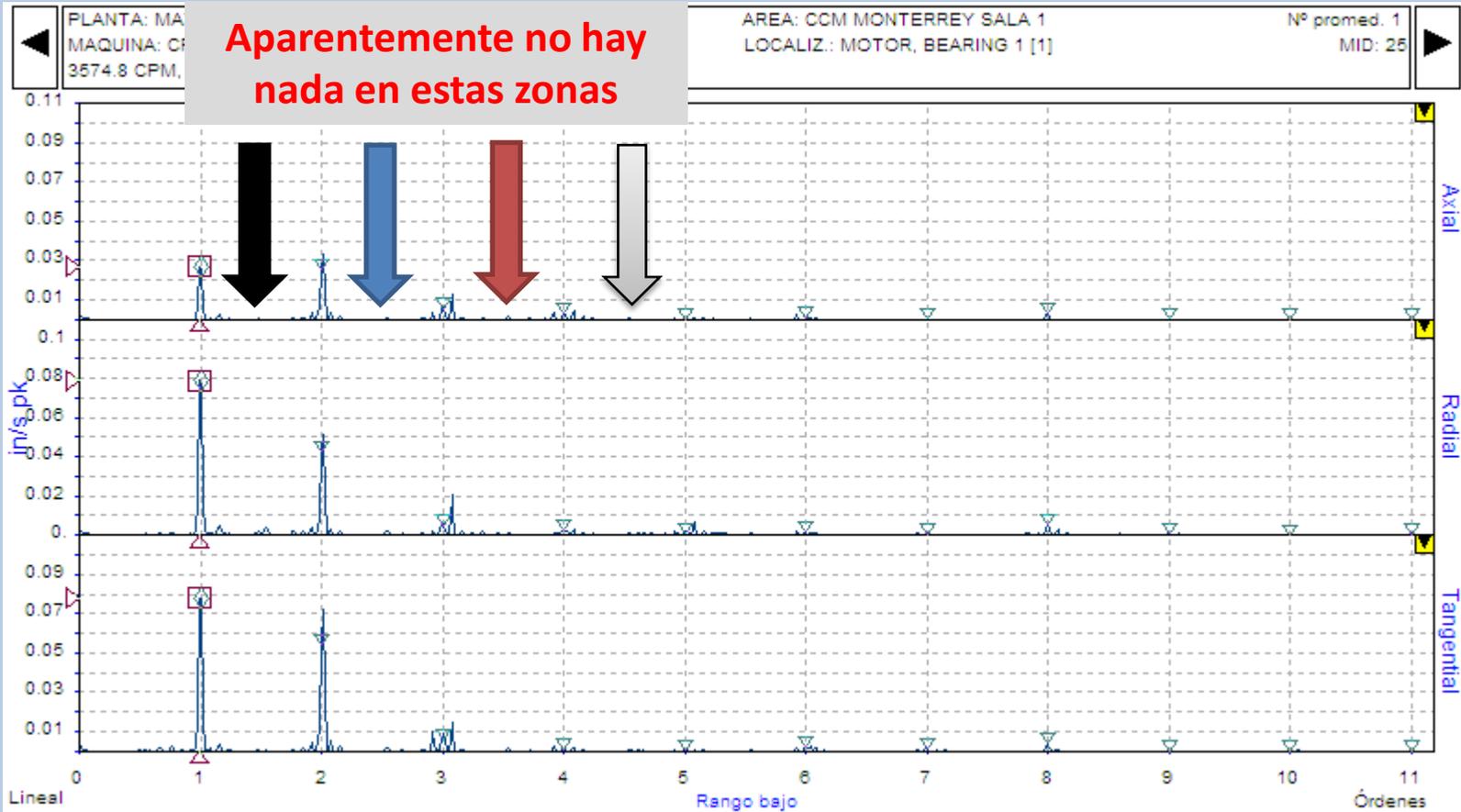
Escala de amplitud lineal

# Escala de amplitud en decibel



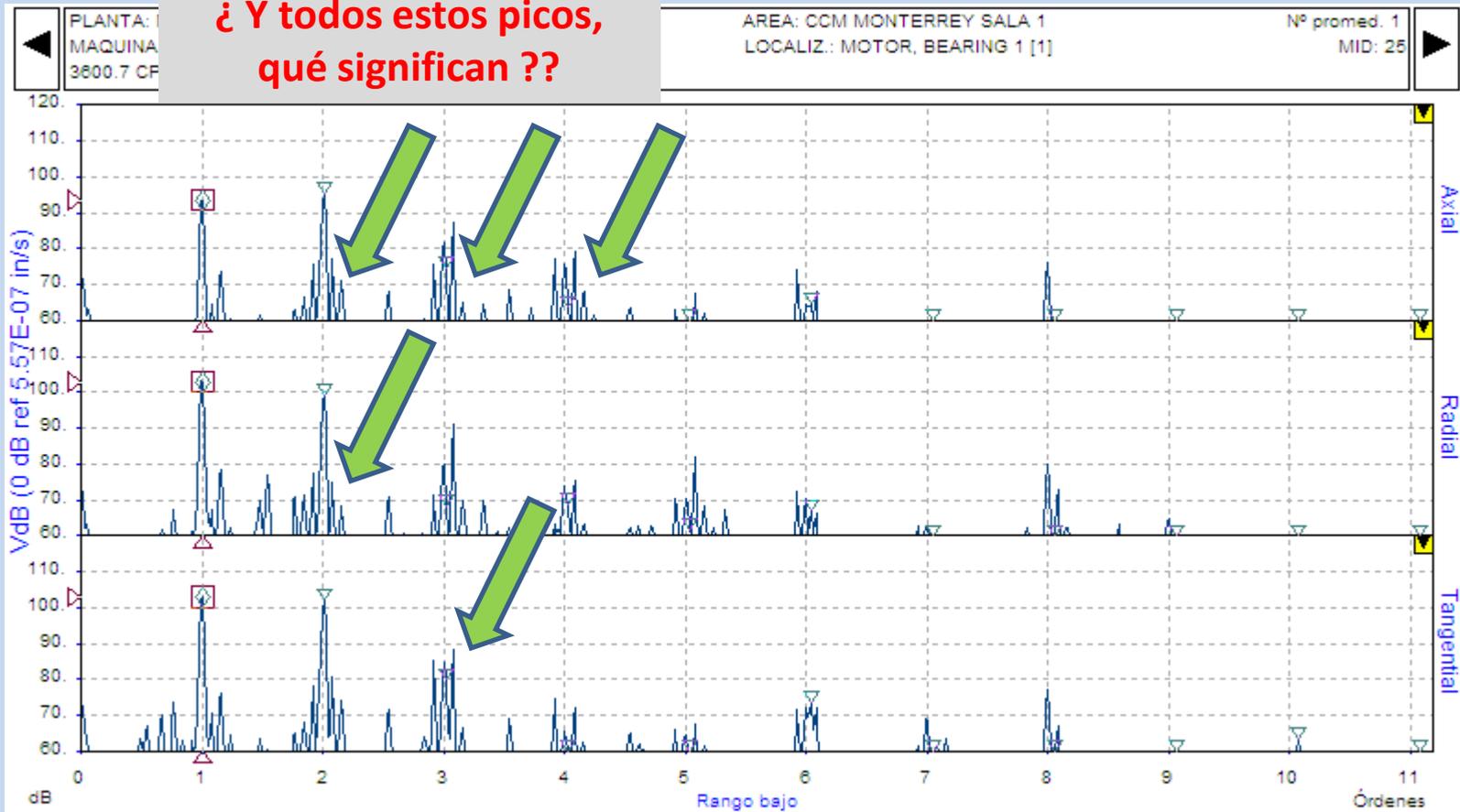
Escala de Amplitud en Decibel

# En Escala Lineal no veo mucho



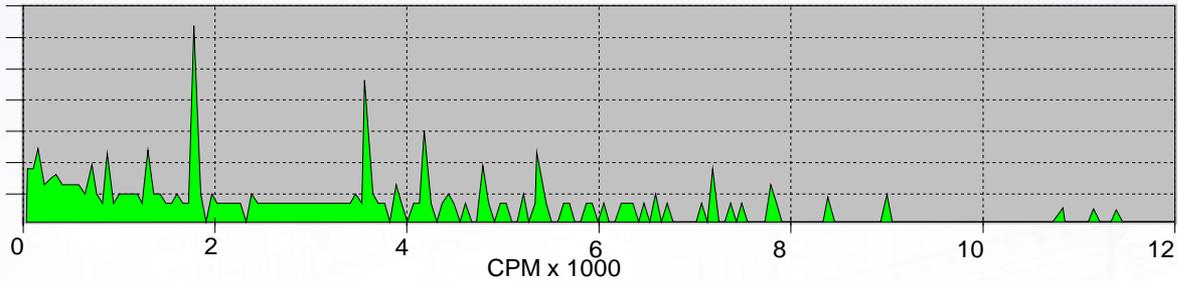
# En la escala en Vdb si hay hay tonos de rodamiento

¿ Y todos estos picos,  
qué significan ??

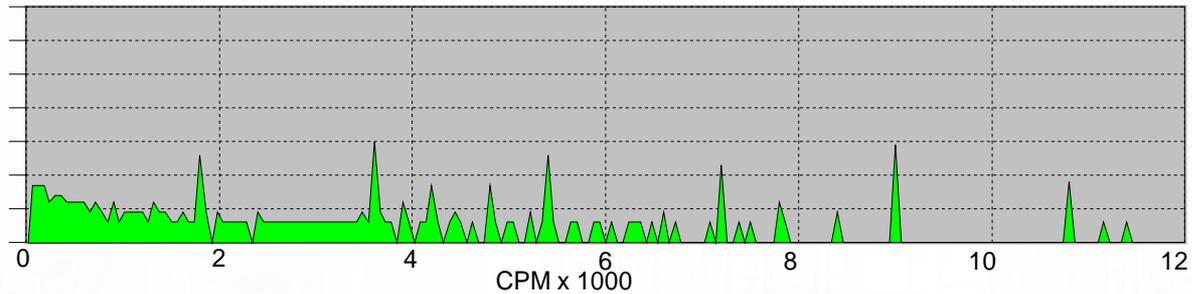


# ¿Espectro triaxial o unidireccional?

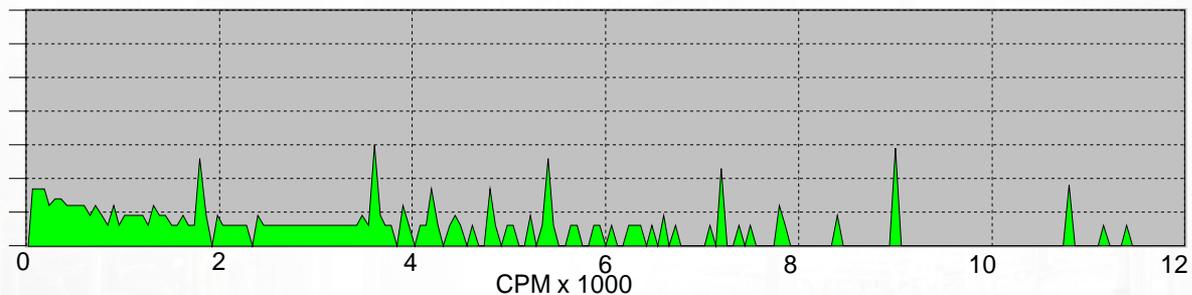
Axial



Radial

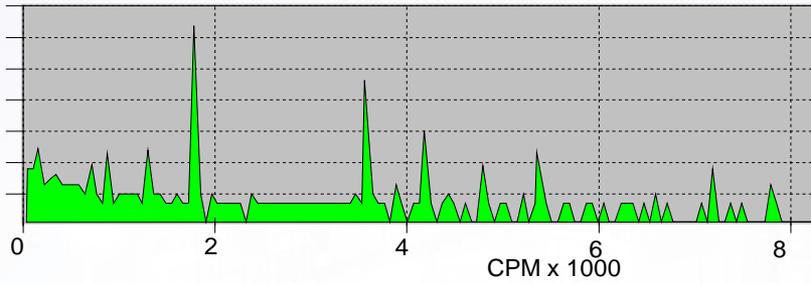


Tangencial

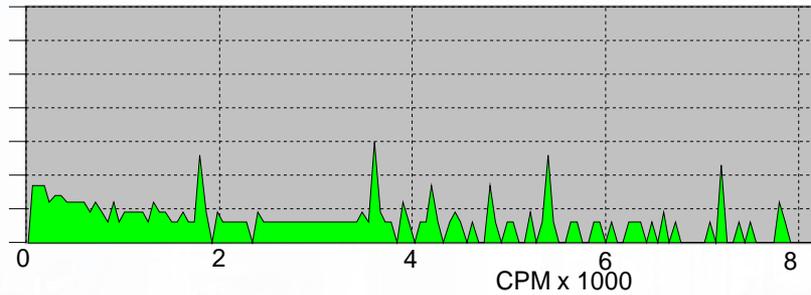


# Espectro triaxial

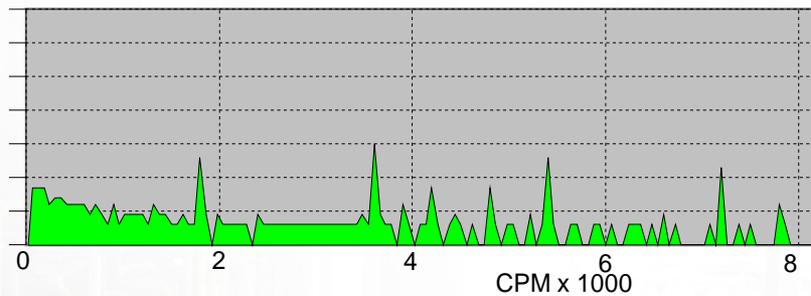
Axial



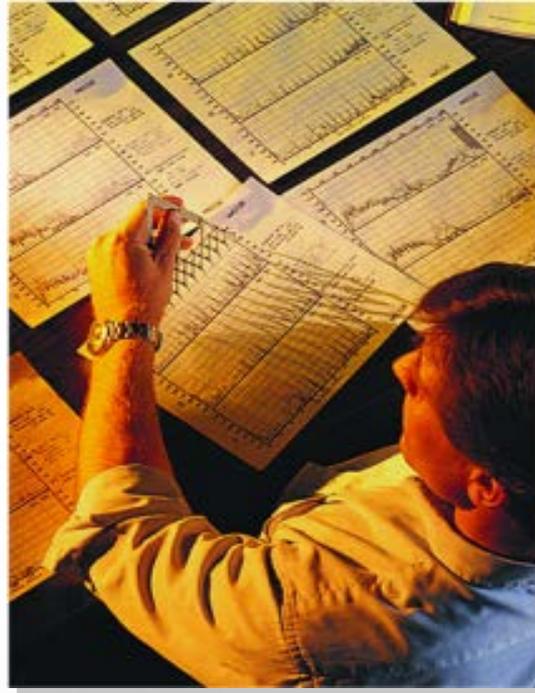
Radial



Tangencial



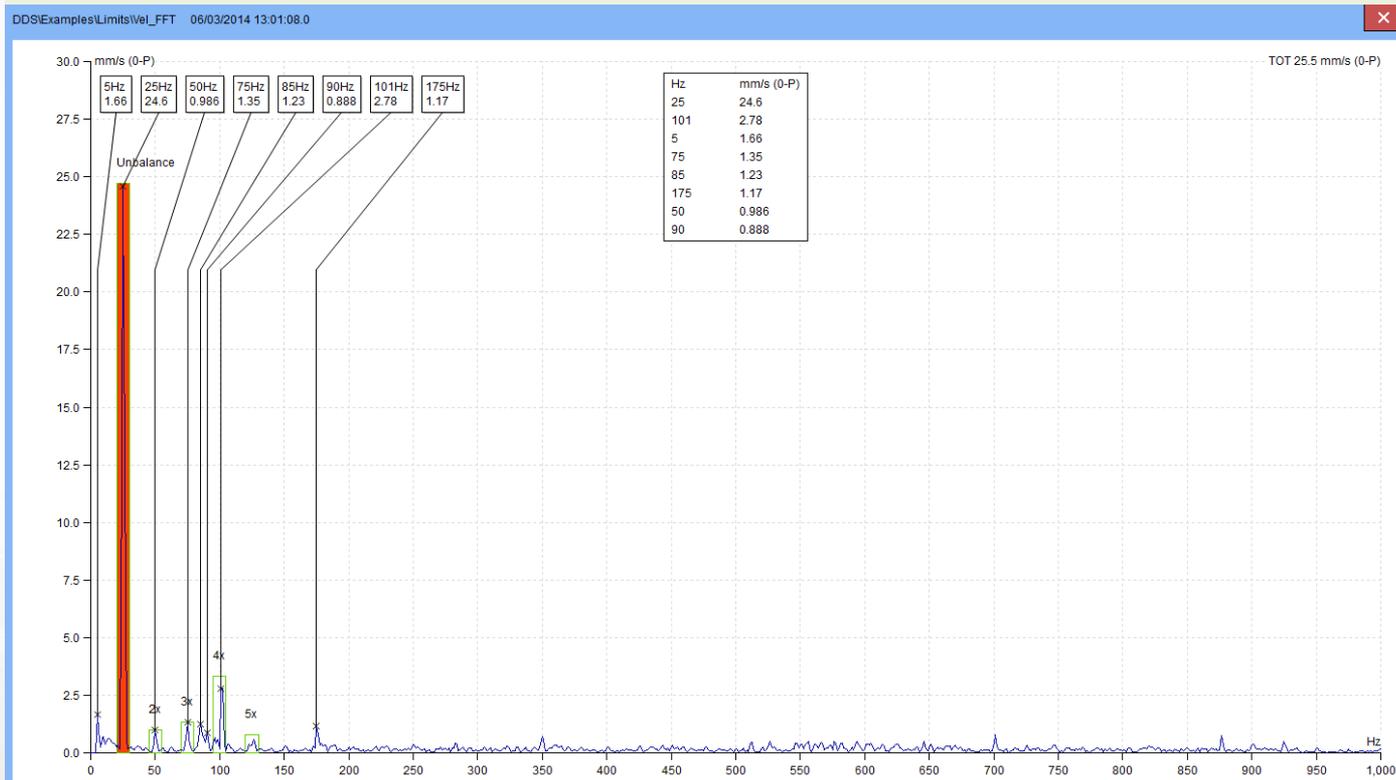
¿Y cómo detecto los cambios en los niveles de vibración??



**Tenemos cientos o miles de puntos de medición**  
**Debemos automatizar el proceso de detección de cambios**  
**y generación del diagnóstico**

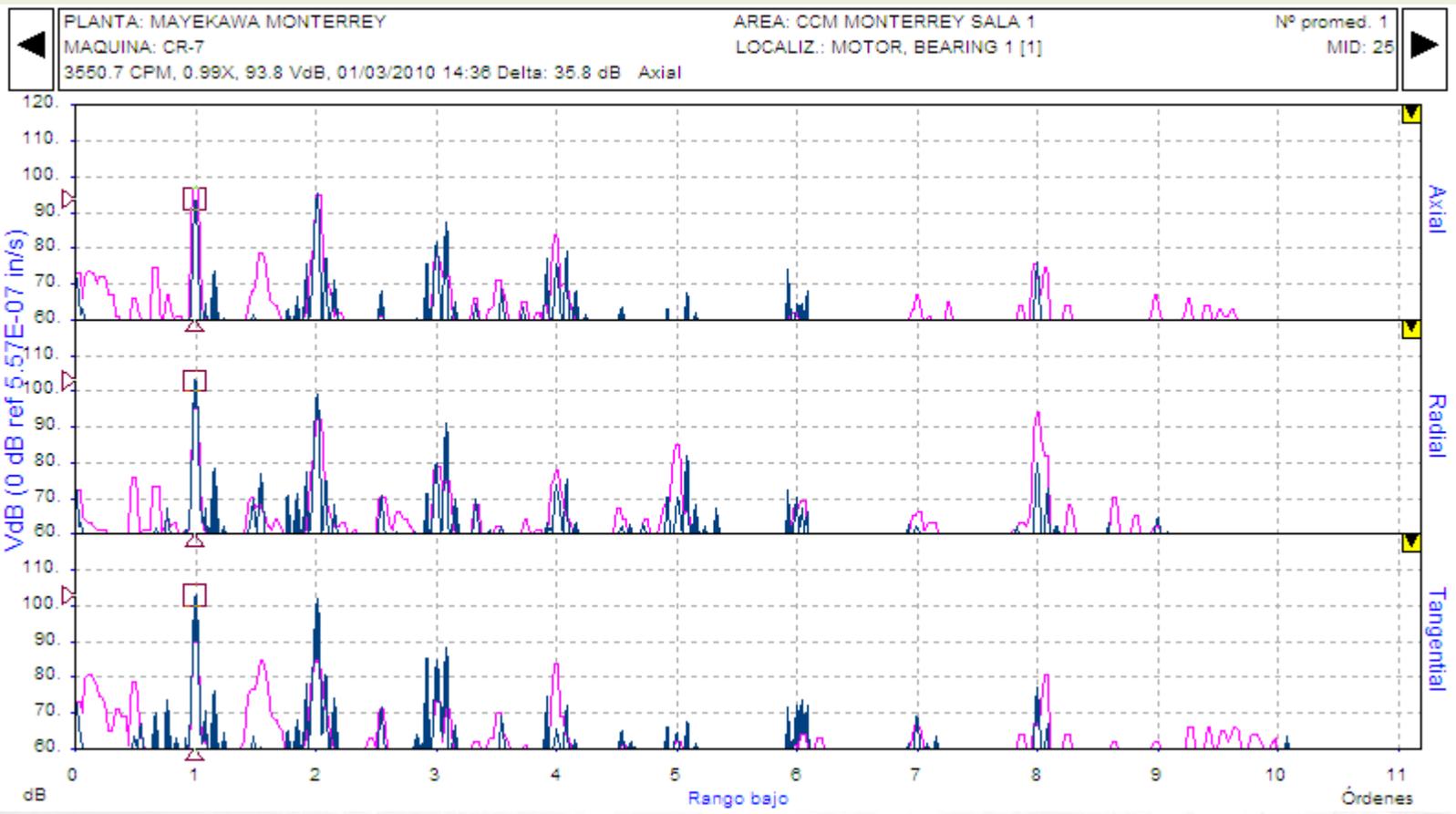
# ¿y cómo detecto los cambios en los niveles de vibración??

## Análisis de Bandas Angostas



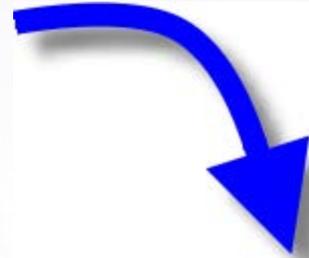
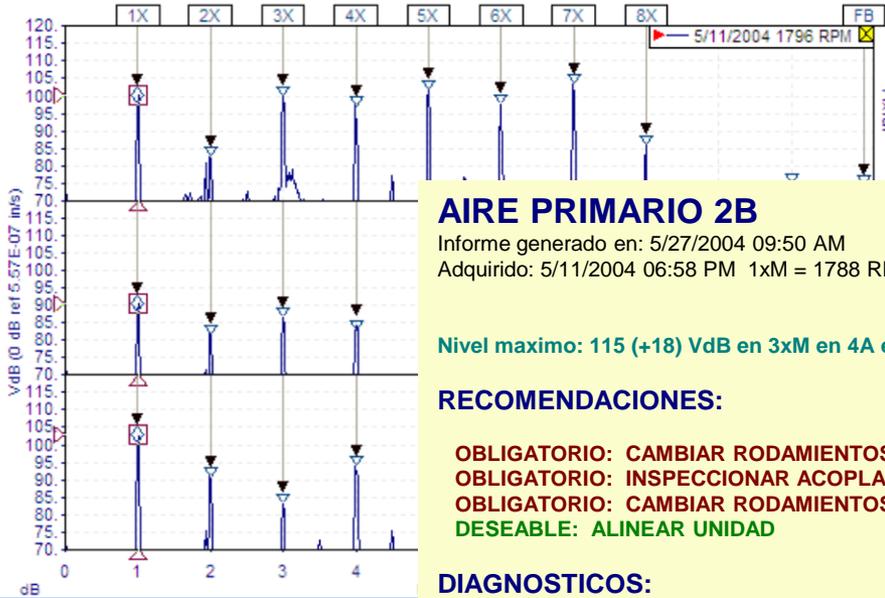
# ¿y cómo detecto los cambios en los niveles de vibración??

## Análisis de espectro promedio



# ¿y cómo detecto los cambios en los niveles de vibración??

Plant: EMPRESA XYZ      AREA: FSA  
MACHINE: AIRE PRIMARIO 2B      LOCATION: MOTOR, BEARING 1 [1]      MD: 19  
1795.9 CPM, 1.00X, 100.3 VdB, 5/11/2004 18:54 Axial



## AIRE PRIMARIO 2B

Informe generado en: 5/27/2004 09:50 AM  
Adquirido: 5/11/2004 06:58 PM 1xM = 1788 RPM Promedios: 2

Nivel maximo: 115 (+18) VdB en 3xM en 4A en bajo rango

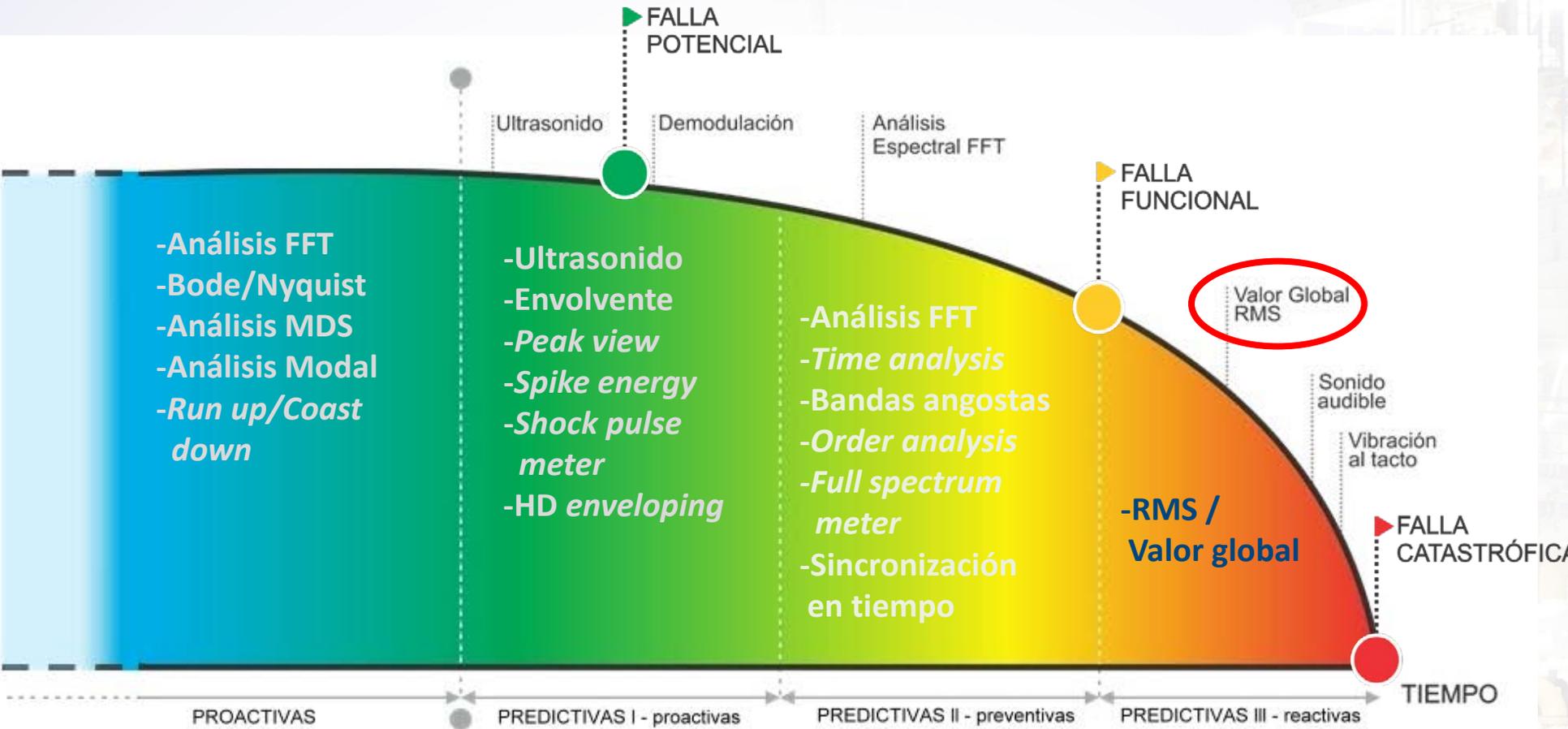
### RECOMENDACIONES:

- OBLIGATORIO: CAMBIAR RODAMIENTOS DEL MOTOR**
- OBLIGATORIO: INSPECCIONAR ACOPLAMIENTO POR DESGASTE**
- OBLIGATORIO: CAMBIAR RODAMIENTOS VENTILADOR**
- DESEABLE: ALINEAR UNIDAD**

### DIAGNOSTICOS:

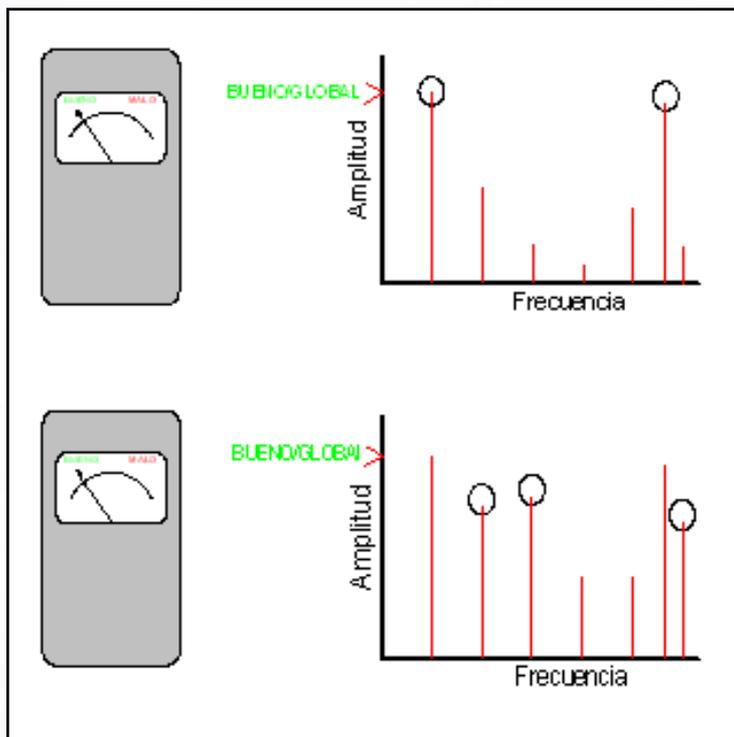
- EXTREMO INDICACION DE POSIBLE DESGASTE U HOLSURAS ACOPLAMIENTO**
- EXTREMO HOLSURAS EN VENTILADOR LADO LIBRE**
- EXTREMO HOLSURAS EN VENTILADOR LADO CONDUCTOR**
- EXTREMO HOLSURAS O DESGASTE COJINETE MOTOR LADO CONDUcido**
- EXTREMO PROBLEMA DE RODAMIENTO LADO CONDUcido**
- MODERADO DESALINEACION PARALELA**

# Clasificando algunas pruebas usadas en Análisis de Vibraciones

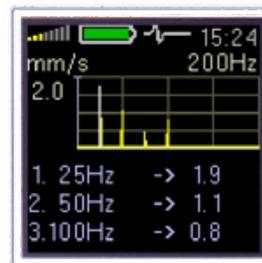
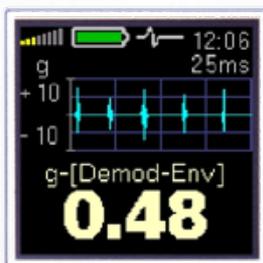




## Cuidados al medir valor Global (RMS)



**No es suficiente solo medir valor Global (RMS) para un programa de Monitoreo de Condiciones**



- **Liderazgo – se requiere un patrocinador del programa**
- **Alinear los objetivos del programa de vibraciones con los de la empresa**
- **Asegurarse que el personal este bien entrenado**
- **Contar con la instrumentación y métodos de captura de datos adecuados**
- **Involucrar a distintas áreas en el establecimiento de los objetivos**
- **Demstrar los beneficios económicos derivados de nuestro programa de Análisis de Vibraciones**



CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
M É X I C O

# ¡GRACIAS!

[rsantamaria@tam.com.mx](mailto:rsantamaria@tam.com.mx)



ORGANIZADO POR:





Ricardo Santamaría Holek

*Director TAM/IMMP*

**SI TIENES PREGUNTAS  
O COMENTARIOS...  
¡No dudes en acercarte!**