



XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

# LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO. Proceso lógico para el sostenimiento de la **FIABILIDAD** de los **ACTIVOS**.

*“Es una locura seguir haciendo las cosas como siempre y esperar resultados diferentes”*  
Ana Abrantes



**XIV CONGRESO**  
DE CONFIABILIDAD



Your partner in reliability

José P. Rayo Peinado · [jprayo@irm.es](mailto:jprayo@irm.es)





XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

# Objetivos del negocio en el siglo XXI.

## Objetivos de **Seguridad**

Asegurar la seguridad personal y medioambiental.

## Objetivos de **Disponibilidad**

Maximizar el tiempo útil de operación.

## Objetivos de **Rendimiento**

Maximizar el aprovechamiento de la capacidad de la planta.

## Objetivos de **Mantenimiento**

Optimizar la **Fiabilidad**

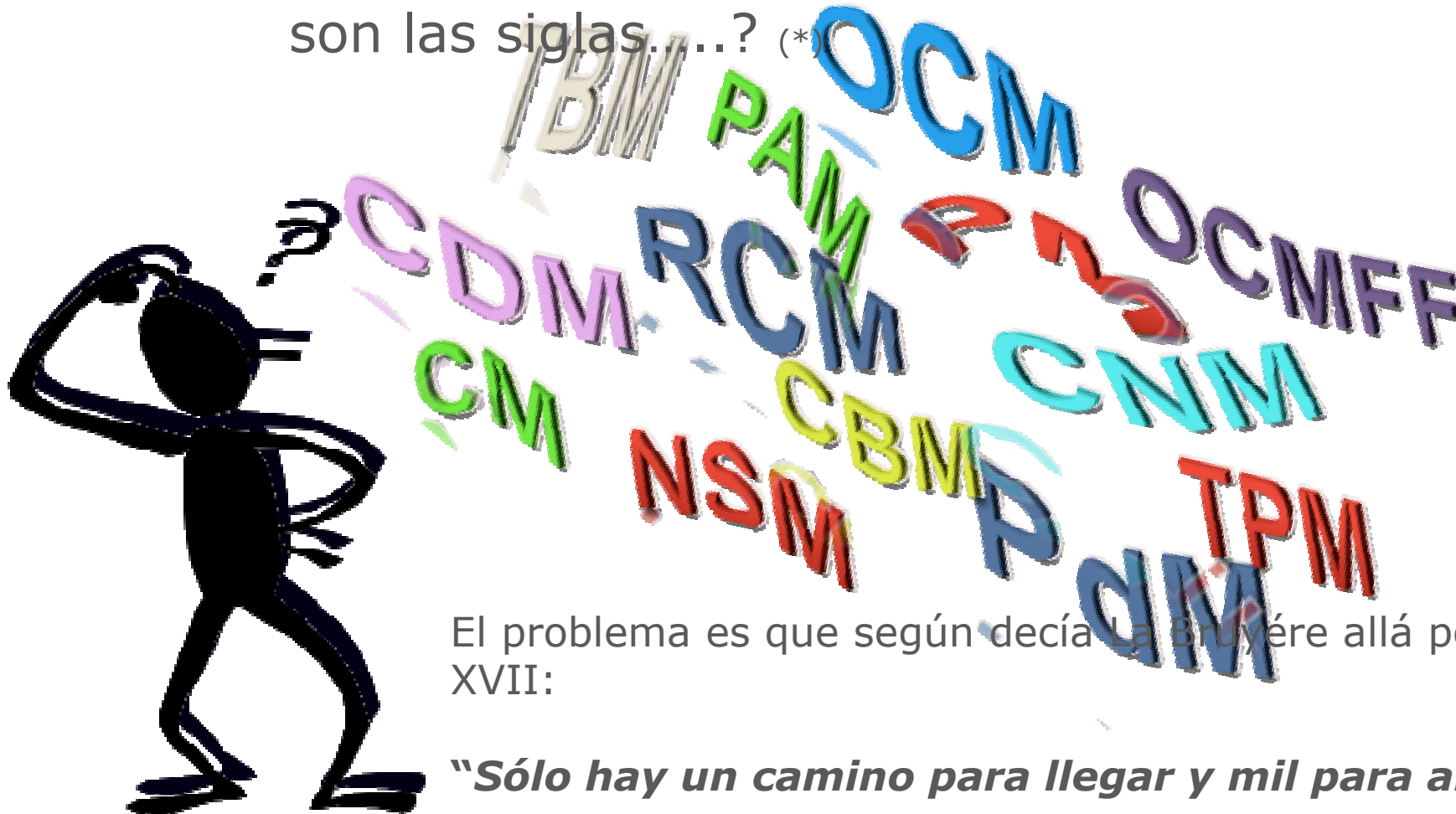
Sustituir PM con **PdM (Predictivo)**

Reducir **Costes**

Incrementar **Beneficios** de la compañía.

Quizá han aparecido demasiadas formas de hacer mantenimiento.....

¿O es todo lo mismo, y lo único que cambia son las siglas...? (\*)



El problema es que según decía La Bruyère allá por el siglo XVII:

***“Sólo hay un camino para llegar y mil para alejarse”***

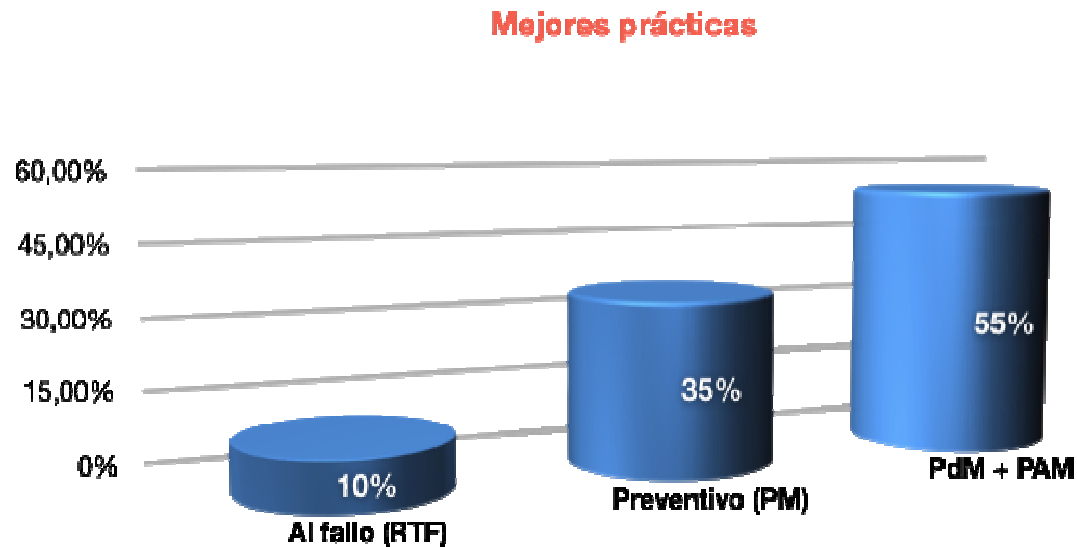


XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

La buena noticia es que entre toda esta ensalada de siglas....

Existe un factor común:  
todas ellas enfatizan la utilización del  
**MANTENIMIENTO PREDICTIVO**  
como la mejor táctica a seguir.

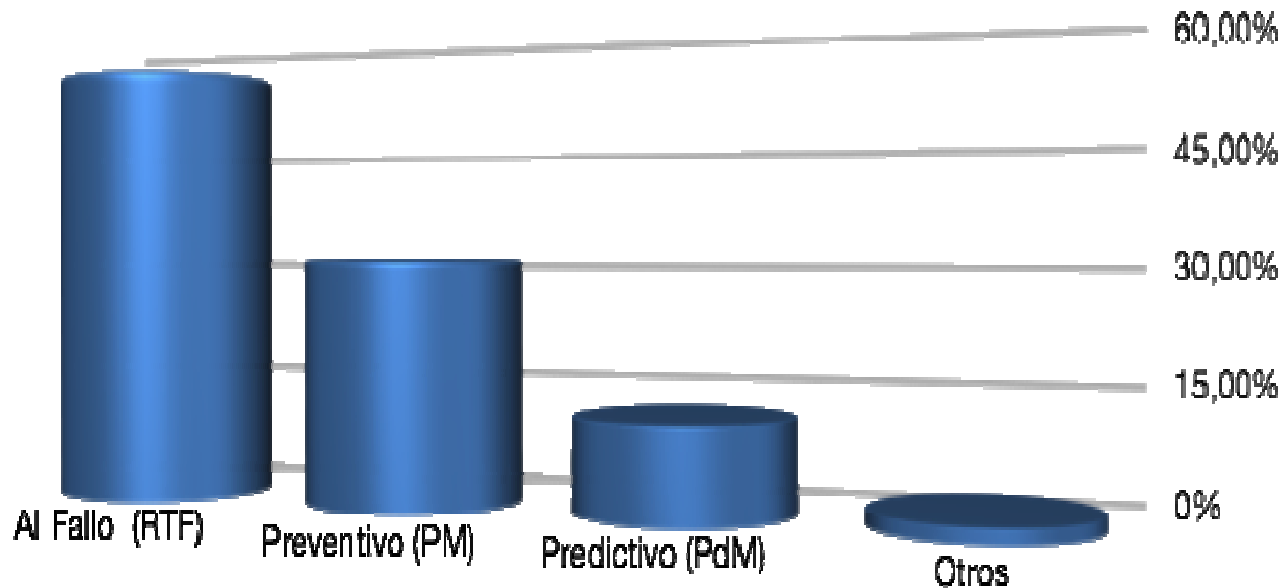
Así, las buenas prácticas de mantenimiento dan una distribución de tareas entre las que predomina el predictivo



- ✓ Máximo 10%: Mantenimiento al fallo (RTF)
- ✓ Entre 25% y 35%: Mantenimiento Preventivo a intervalos fijos (PM)
- ✓ De 45% a 55%: Distribuido entre Predictivo (PdM) y Proactivo (PAM)

Lo cual, desafortunadamente, se separa bastante de la realidad actual.

### SMRP (society for maintenance and reliability professionals)



Encuesta SMRP - 2010



XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

## Historia de dos plantas de nuestro entorno.

### La planta A

- ✓ Inicia un programa de PdM con el compromiso de la dirección de producción.
- ✓ A los dos o tres años, contrasta los primeros beneficios.
- ✓ Sigue invirtiendo en formación, herramientas,....
- ✓ Un cambio de dirección y de política de compañía pone "a cero" el proceso.
- ✓ Se pone en marcha un siempre costoso estudio de RCM tradicional.
- ✓ Hoy el PdM está menos considerado y se ha perdido conocimiento y experiencia.
- ✓ En nuestra opinión es un retroceso de unos cinco años en el proceso inicial.



XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

## Historia de dos plantas de nuestro entorno.

### La planta B

- ✓ Inicia un programa de aprendizaje y utilización de la vibración como herramienta de verificación de la condición de máquinas más que como base de PdM.
- ✓ Una reorganización de los procesos de la planta, les hace ver que lo que llevan años utilizando es la herramienta básica de un programa de PdM.
- ✓ Un recién creado departamento de fiabilidad decide potenciar aquel conocimiento y experiencia en medida de vibración para crear un eficaz programa de PdM.
- ✓ A partir de ahí se entra en un proceso de optimización de lo existente, mejorando las bases de datos, racionalizando los intervalos de medición, impartiendo formación, mejorando las herramientas, incorporando nuevas técnicas,...
- ✓ Hoy podemos garantizar que disponen de un casi perfecto modelo de mantenimiento predictivo aplicado no sólo a equipos rotativos de planta sino también a equipos estáticos, eléctricos, instrumentación,...





XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

## ¿Qué aspectos podemos optimizar?

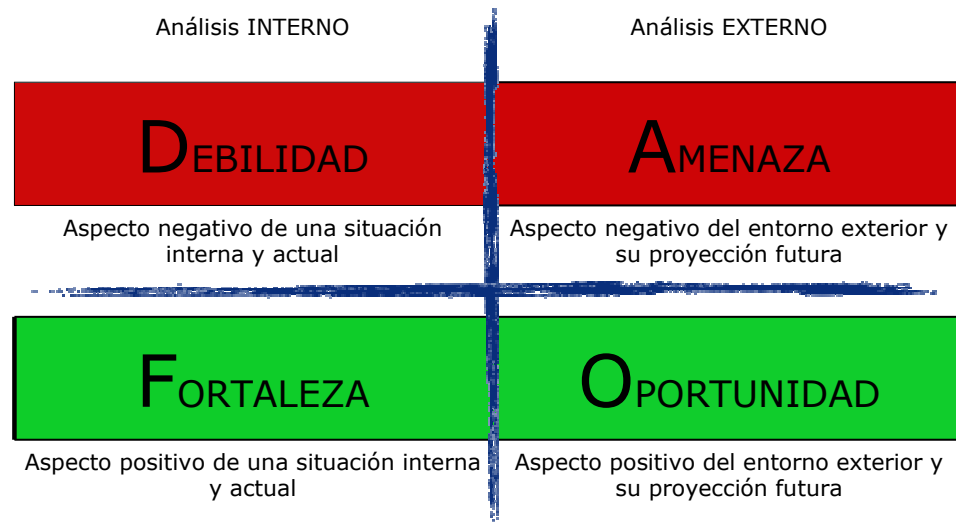
- ☑ Optimización (RAE): Búsqueda de la mejor manera de realizar una actividad.
- ☑ Y si queremos mejorar tendremos que saber primero cual es nuestra situación actual.
- ☑ Saber como está nuestro **mantenimiento preventivo** y a partir de un diagnóstico de éste podremos entrar en **un proceso de optimización** del mismo.
- ☑ Esto siempre será más sencillo y rápido que iniciar, por ejemplo, un proceso RCM tradicional.



XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

# Auditar periódicamente el proceso.

## Diagnóstico de situación actual



No nos olvidemos de dos leyes inexorables de la física....

1.El 2º principio de la termodinámica, o del aumento de la entropía: *"Todo aquello que se deja a su libre albedrío tiende al caos"*

2.La 1ª ley de Murphy: *"Si algo puede ir a peor, irá a peor"*

# 1. La correcta distribución de las tareas de mantenimiento.



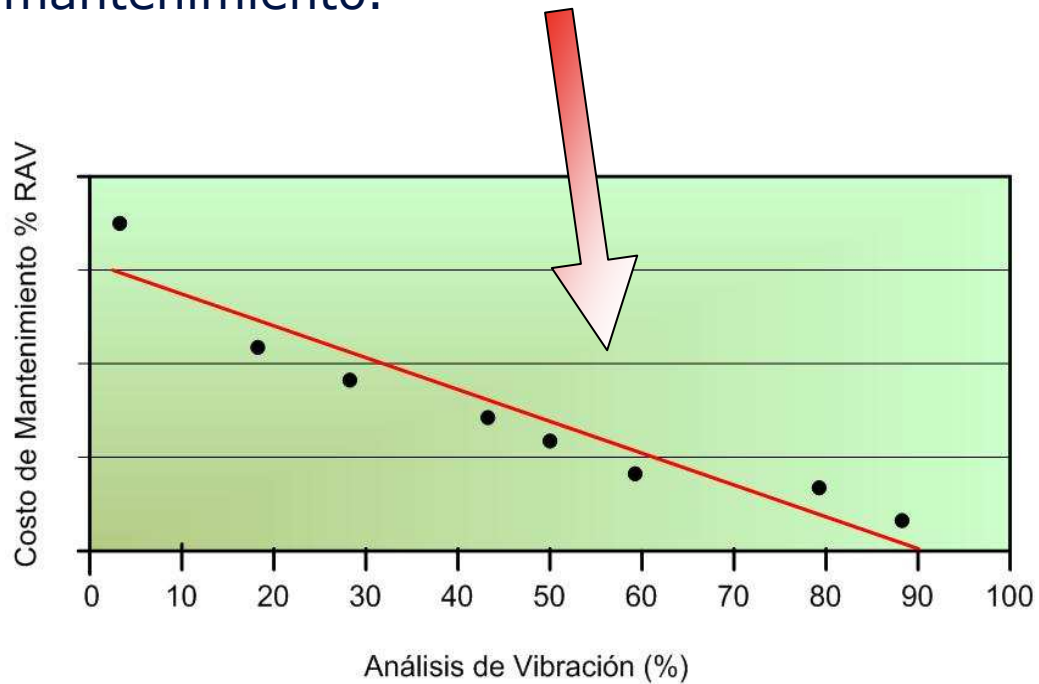
- ✓ Demasiado RTF es inadmisibile.
- ✓ Demasiado PM cuesta dinero y compromete la fiabilidad.

	PERFIL BÁSICO	EFECTOS DE DISTINTAS PRÁCTICAS							
REACTIVO	58%	<30%	<15%						
PREVENTIVO	27%			>50%	>60%				
PREDICTIVO	7%					>10%	>25%		
PROACTIVO	8%							>10%	>20%
COSTO MANTENIMIENTO (como % de PRV)	100%	78%	44%	72%	59%	75%	42%	58%	47%

- ✓ Siguiendo el dictado de la experiencia y de años de éxitos demostrados optamos por, y defendemos la utilización del **Mantenimiento Predictivo** allí donde sea técnicamente viable y económicamente rentable

## 2. Idealmente, el 100% de los activos críticos deben estar cubiertos por alguna técnica de Predictivo. ¿Cuál es nuestro caso?

Cuanto mayor sea el porcentaje de cobertura con técnicas de PdM en los activos críticos, menores serán los costes de mantenimiento.



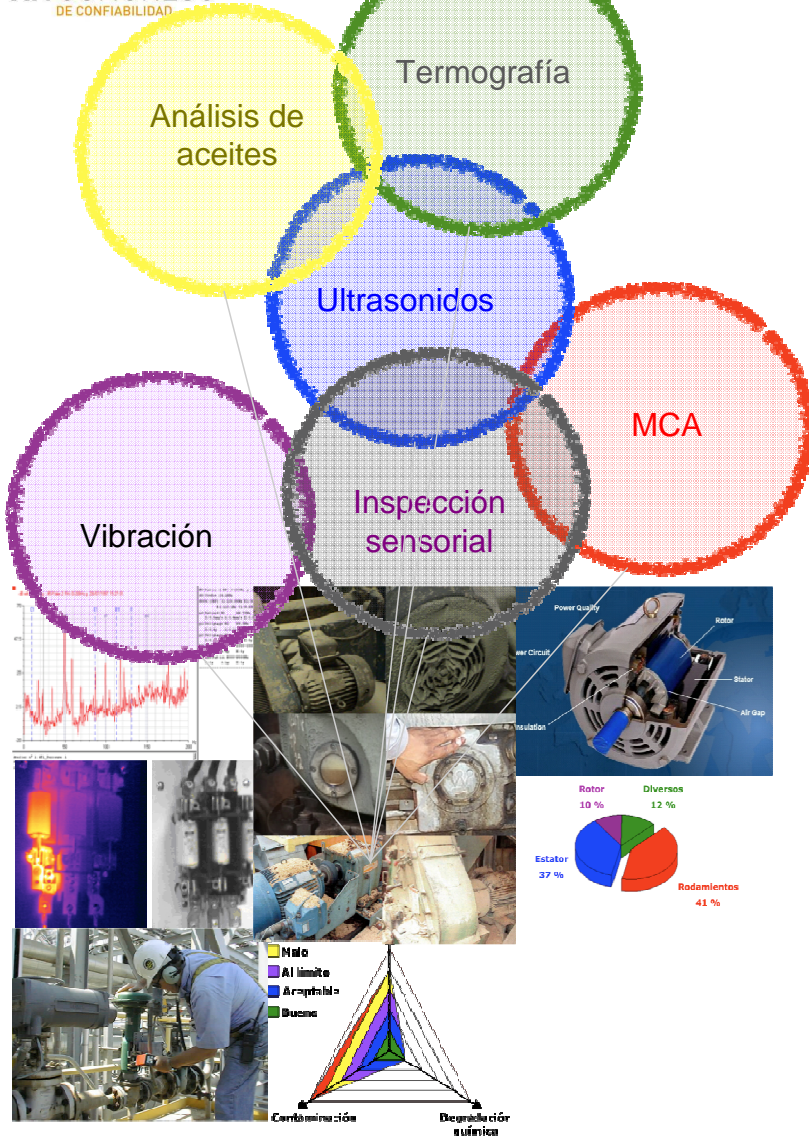
### 3. ¿Se implementó adecuadamente el PdM? ¿Se revisa periódicamente?

#### Niveles de alarma

Classification of the vibration severity zones for *medium* size industrial machines with rated power from 15 kW to 300 kW (group 2) is included in Table 12.4.

Velocity mm/s rms	15 kW to 150 kW 1-1000 Hz to 100 Hz		300 kW to 300 kW 1-1000 Hz to 100 Hz	
	normal	borderline	normal	borderline
11				
6.3				
3.15				
1.6				
0.8				
0.4				
0.2				
0.1				
0.05				
0.025				
0.0125				
0.00625				
0.003125				
0.0015625				
0.00078125				
0.000390625				
0.0001953125				
0.00009765625				
0.000048828125				
0.0000244140625				
0.00001220703125				
0.000006103515625				
0.0000030517578125				
0.00000152587890625				
0.000000762939453125				
0.0000003814697265625				
0.00000019073486328125				
0.000000095367431640625				
0.0000000476837158203125				
0.00000002384185791015625				
0.000000011920928955078125				
0.0000000059604644775390625				
0.00000000298023223876953125				
0.000000001490116119384765625				
0.0000000007450580596923828125				
0.00000000037252902984619140625				
0.000000000186264514923095703125				
0.0000000000931322574615478515625				
0.00000000004656612873077392578125				
0.000000000023283064365386962890625				
0.00000000001164153218269348442578125				
0.000000000005820766091346742212890625				
0.0000000000029103830456733711064453125				
0.00000000000145519152283668555322265625				
0.000000000000727595761418342776611328125				
0.0000000000003637978807091713883056640625				
0.00000000000018189894035458569415283203125				
0.000000000000090949470177292847076416015625				
0.0000000000000454747350886464235382080078125				
0.00000000000002273736754432321176910400390625				
0.000000000000011368683772161605884552001953125				
0.0000000000000056843418860808029422760009765625				
0.00000000000000284217094304040147113800048828125				
0.000000000000001421085471520200735569000244140625				
0.0000000000000007105427357601003677845001220703125				
0.0000000000000003552713678800501838922500610390625				
0.000000000000000177635683940025091946125003051953125				
0.000000000000000088817841970012545973062500152578125				
0.00000000000000004440892098500627298653125000762890625				
0.0000000000000000222044604925031364932656250003814453125				
0.000000000000000011102230246251574716632812500019072265625				
0.000000000000000005551115123125787358331640625000095361328125				
0.000000000000000002775557561562893691666632031250000476806640625				
0.0000000000000000013877787807814468458333101562500002384033203125				
0.0000000000000000006938893903907234229166655781250000119201661015625				
0.000000000000000000346944695195361711458332789062500005960083056640625				
0.000000000000000000173472347597680855729166613953125000029800416283203125				
0.000000000000000000086736173798840427864583306976562500001490020814161015625				
0.000000000000000000043368086899420213932291666034882812500000745010407078125				
0.00000000000000000002168404344971010696614583301744140625000003725052035390625				
0.00000000000000000001084202172485505348327291666008720781250000018625260176953125				
0.00000000000000000000542101086242762721661458330043611328125000000931251300884765625				
0.00000000000000000000271050543121381360832729166600218056640625000000465625675428125				
0.0000000000000000000013552527156069068041661458330010902832031250000002328133711661015625				
0.0000000000000000000006776263578034534020832729166600054514161015625000000116406685578125				
0.0000000000000000000003388131789017267010416614583300027257078125000000058203342890625				
0.00000000000000000000016940658945086335052083272916660001362853906250000000291016714453125				
0.00000000000000000000008470329472543167526041666000068142695312500000001455083572265625				
0.00000000000000000000004235164736271587630208327291666000034071348828125000000007275417861328125				
0.00000000000000000000002117582368135789376104166600001703567441610156250000000036377089306640625				
0.00000000000000000000001058791184067894878052083272916660000085178372080664062500000000181885446533203125				
0.00000000000000000000000529395592033947394026041666000004258918604033203125000000000909427232661015625				
0.00000000000000000000000264697796016973697013020832729166600000212945930201661015625000000000454713611328125				
0.000000000000000000000001323488980084868485065104166600000106472965100832031250000000002273568056640625				
0.000000000000000000000000661744490042434242527520832729166600000053236482550416101562500000000011367840283203125				
0.0000000000000000000000003308722450212171212637610416660000002661824127520832031250000000000568392014161015625				
0.00000000000000000000000016543612251060855613188052083272916660000013309120637610156250000000000284196007078125				
0.00000000000000000000000008271806125530427806594026041666000000665456031880664062500000000001420980035390625				
0.00000000000000000000000004135903062765213903297013020832729166600000033272801594416101562500000000007104900176953125				
0.00000000000000000000000002067951531382606951648506594026041666000000166364007972083203125000000000035524500884765625				
0.0000000000000000000000000103397576569130347582425329701302083272916660000000831820039860664062500000000001776225044238125				
0.0000000000000000000000000051698788284565173961212637610416660000000415910019930332031250000000000088811252211661015625				
0.000000000000000000000000002584939414228258698060613188052083272916660000000207955009965166101562500000000000444056251083203125				
0.000000000000000000000000001292469707114129349403061318805208327291666000000010397750049825832031250000000000022202812554161015625				
0.0000000000000000000000000006462348535570646970150606131880520832729166600000000519887500249129166101562500000000000111014062527078125				
0.000000000000000000000000000323117426778532348507530613188052083272916660000000025994375001245645832031250000000000005550703125136953125				
0.0000000000000000000000000001615587133892661725376515060613188052083272916660000000129971875000622829166101562500000000000027753515625684765625				
0.0000000000000000000000000000807793566946330862688257530613188052083272916660000000064985937500031141458320312500000000000013876757812534238125				
0.000000000000000000000000000040389678347316543134412882575306131880520832729166600000000324929687500015570729166101562500000000000693837890625171190625				
0.00000000000000000000000000002019483917365827156722066131880520832729166600000000162464843750007785364583203125000000000000346918945312585596640625				
0.0000000000000000000000000000100974195868291358361033066131880520832729166600000000081232421875000389268229166101562500000000000017345947265625427983203125				
0.0000000000000000000000000000050487097934145672680516503306613188052083272916660000000004061621093750019463411458320312500000000000086729736328125213991661015625				
0.000000000000000000000000000002524354896707283634025775165033066131880520832729166600000000020308105468750097317057916610156250000000000043364868164062510699583203125				
0.00000000000000000000000000000126217744835364181701287577516503306613188052083272916660000000010154052734375004865852895832031250000000000021682434082031255349791661015625				
0.000000000000000000000000000000631088724176820908506437875775165033066131880520832729166600000000005077026367187500243292644791661015625000000000010841217041015625				
0.000000000000000000000000000000315544362088410454253218937875775165033066131880520832729166600000000025385131835937500121646322395832031250000000000054206085203125				
0.0000000000000000000000000000001577721810442052271266094689378757751650330661318805208327291666000000000126925659179687500608231611958320312500000000000271030426015625				
0.0000000000000000000000000000000788860905221026135633304844689378757751650330661318805208327291666000000000063462829589843750030411580958320312500000000001355152130078125				
0.00000000000000000000000000000003944304526105130781666522423446893787577516503306613188052083272916660000000000317314147949218750015205790958320312500000000000677576065390625				
0.00000000000000000000000000000001972152263052565390833261211723446893787577516503306613188052083272916660000000000158657073974687500760289549583203125000000000003387880326953125				
0.000000000000000000000000000000009860761315262826954166610586121172344689378757751650330661318805208327291666000000000000793285369873437500380144774791661015625000000000169394016348828125				
0.0000000000000000000000000000000049303806576314134770833083058612117234468937875775165033066131880520832729166600000000000039664268493671875001900723873958320312500000000000846970081744161015625				
0.00000000000000000000000000000000246519032881570673854166610586121172344689378757751650330661318805208327291666000000000000198321342468343750095036193695832031250000000000042348504087203125				
0.00000000000000000000000000000000123259516440785336927083308305861211723446893787577516503306613188052083272916660000000000099160671234166101562500000000000211742520436015625				
0.000000000000000000000000000000000616297582203926684635416661058612117234468937875775165033066131880520832729166600000				

## 4. ¿Utilizamos adecuadamente todas las técnicas disponibles?

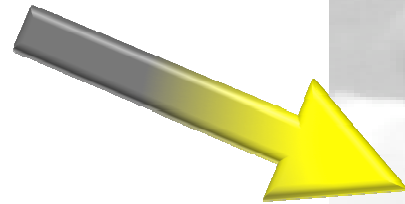


- ✓ Alta dependencia de la vibración.
- ✓ Termografía sólo utilizada en equipos eléctricos.
- ✓ Desconocimiento de otras técnicas.
- ✓ ¿Cómo detectar cualquier modo de fallo posible?

## 5. ¿Seguimos la evolución de la tecnología?



AYER



HOY



CLOUD Monitoring

Incorporar todo aquello que nos permita simplificar nuestro trabajo y detectar todos los posibles modos de fallo.



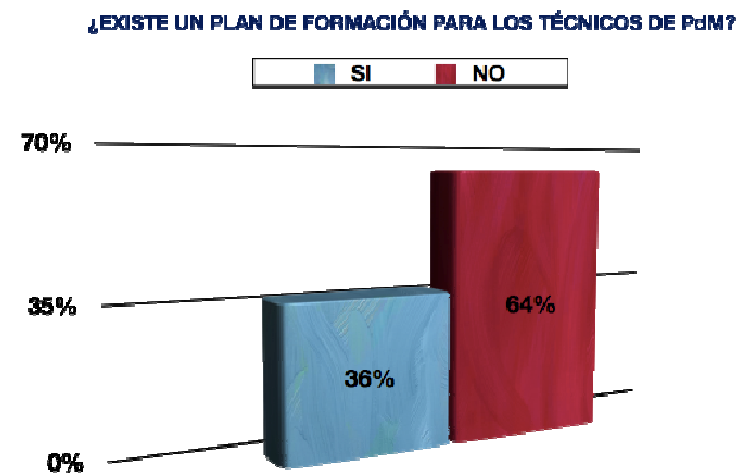
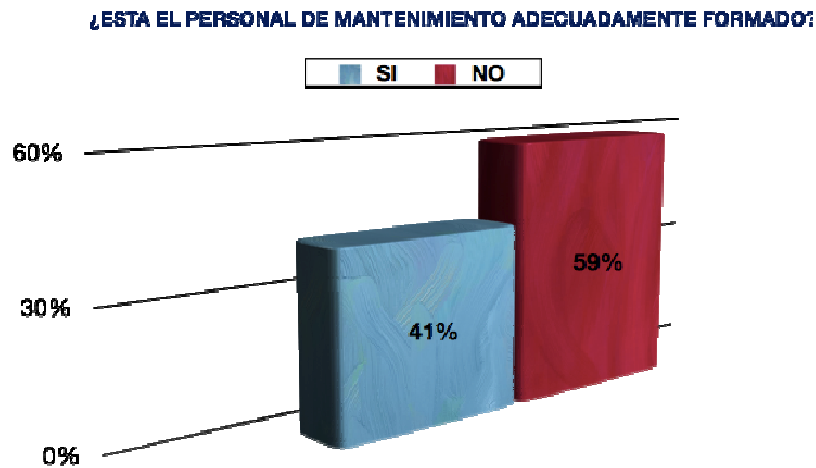
## 6. ¿Aplicamos la métrica adecuada a los resultados de nuestro trabajo?

- ☑ Reducción del consumo específico en una Central Térmica de FUEL: 1.250.000 €/año
- ☑ Ahorros por la aplicación de la técnica M.C.A.: 780.000 € de ahorro. “Payback” < 1 mes.
- ☑ Ahorros por la aplicación de la técnica de captación de ultrasonidos.: 19.000 € en una sólo instalación de aire comprimido.
- ☑ Influencia en los beneficios por la mejora de un 2% en la Disponibilidad en un Central de 500 Mw.: 2.100.000 € de incremento en beneficios.
- ☑ Impacto en el beneficio de una planta cementera por incremento de un 2% en disponibilidad: Incremento de beneficio en 1.500.000 €.



## 7. ¿Mantenemos un nivel adecuado de formación?

Es un grave error que se aparta de las buenas prácticas, recortar el mal denominado “gasto” en formación cuando hay una situación de crisis.



Resultados encuesta llevada a cabo por Preditec/IRM en Foros 2010 sobre una muestra de 180 participantes.

## 8. ¿Seguimos las buenas prácticas del mantenimiento de precisión?

“We never seem to have the time or budget to do things right, but we always seem to have the time and budget to do them again!”  
Robert J. Latino

- ❑ Desalineación, Desequilibrio.... responsables de más del 80% de problemas de maquinaria.
- ❑ La vida L10 de un rodamiento se reduce según el cubo del aumento de carga.
- ❑ Las malas prácticas de reparación destruyen la fiabilidad.
- ❑ Más del 70% de los problemas que una máquina va a generar en el intervalo entre dos intervenciones de mantenimiento, se producen en la semana siguiente a una gran revisión.

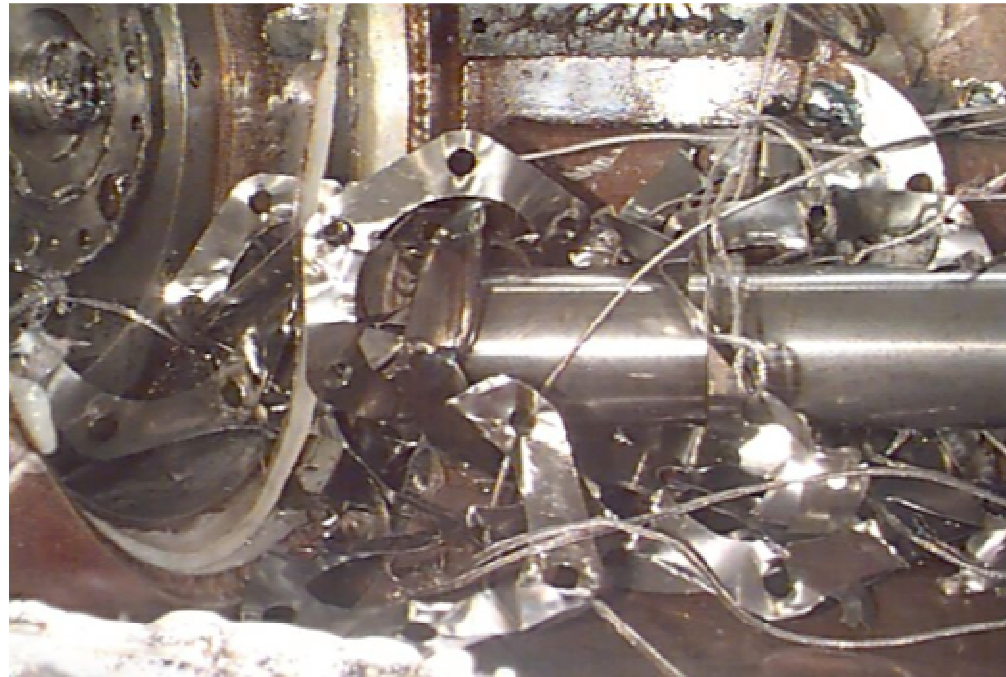




XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

## 9. ¿Llevamos a cabo análisis RCA?

✓ ¿Por qué ha fallado este acoplamiento?



✓ ¿Por qué apenas un 10% de todos los rodamientos instalados, llegan a cumplir su vida útil?.

10. Mantengamos el rumbo trazado al inicio para lograr nuestra meta y no nos dejemos embaucar por según que “cantos de sirena”.





## Optimización (RAE): Búsqueda de la mejor manera de realizar una actividad.

- ☑ **Quizá su empresa no tenga los recursos** para iniciar un proceso RCM tradicional, pero seguro que los tiene para optimizar sus procesos.
  
- ☑ **Elijamos algunas de las tareas** que hemos enumerado en esta charla.
  
- ☑ **Dediquemos el tiempo y el esfuerzo** necesarios para optimizarlas trabajando sobre lo ya construido.
  
- ☑ **Y el resultado será sorprendente.**
  
  
- ☑ Y todo ello **con una inversión mínima** tanto en recursos técnicos como humanos.



Nadie dijo que el mantenimiento sea una tarea fácil.

- ☑ **Por ello estamos convencidos** de que en un alto porcentaje de casos, es posible y rentable optimizarlo.
- ☑ Sin destruir lo que ya teníamos construido.
- ☑ Mejorando sobre lo que lleva tiempo funcionando.



Nadie dijo que el mantenimiento sea una tarea fácil.

- ☑ Sencillamente preguntémonos:
  
- ☑ ¿Tenemos una correcta **distribución de las tareas de mantenimiento?**
- ☑ ¿Damos **cobertura** con alguna técnica de **PdM al 100% de los activos críticos?**
- ☑ ¿Es correcta la **implantación del PdM?** Alarmas. Intervalos de chequeo.
- ☑ ¿**Utilizamos** adecuadamente **todas las técnicas disponibles de PdM?**
- ☑ ¿Seguimos la **evolución de la tecnología?**
- ☑ ¿Aplicamos **la métrica adecuada al proceso?**
- ☑ ¿Mantenemos un **plan de formación continua?**
- ☑ ¿Seguimos las buenas prácticas del **mantenimiento de precisión?**
- ☑ ¿Llevamos a cabo **análisis causa raíz** de los fallos?
- ☑ ¿Mantenemos el **rumbo trazado desde el inicio**, hasta el logro de nuestros objetivos?



# Nadie dijo que el mantenimiento sea una tarea fácil.

- ☑ Y las debilidades que encontremos, serán nuestras oportunidades de mejora.
- ☑ Con un plan a corto y medio plazo.
- ☑ Sin grandes inversiones.
- ☑ Sin necesidad de recursos excepcionales.
- ☑ **Optimizando el plan de Mantenimiento Preventivo/Predictivo.**
- ☑ **Con el asesoramiento de los expertos.**





XIV CONGRESO  
DE CONFIABILIDAD

*“El Mantenimiento Predictivo es un proceso que lleva hacia la excelencia en mantenimiento, a la optimización de la Fiabilidad de los activos y que, en cualquier caso, merece la pena implementar”*

José P. Rayo Peinado  
Director Área Fiabilidad  
Preditec/IRM  
[jprayo@irm.es](mailto:jprayo@irm.es)

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Your partner in reliability

