



# OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL MANTENIMIENTO FERROVIARIO

20 de Noviembre de 2012.

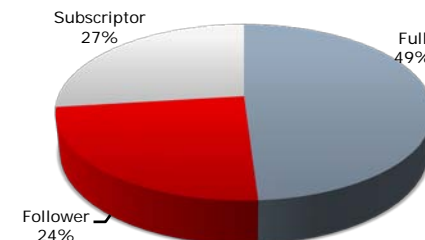
Asamblea Alamys- Granada

**Francisco Javier González Fdez.**  
**Presidente A.E.M.**  
**Profesor UPM y UNED**  
**Director General 2it-Ingeniería**





# ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MANTENIMIENTO - AEM



**President :** Fco. Javier González  
**General Secretary :** Joan Mitjavila  
**3 Vice-Presidents :**  
 Gerardo Álvarez, Pedro Paredes. Pere Rodríguez  
**G.A. Representative:** Gerardo Álvarez

**Membership fee(s):**  
 Full Member (Company): 605 €/y  
 Follower Member (Prof.): 114 €/y  
 Magazine Subscriber: 105 €/y  
**Annual Budget:** 545.000  
 €/y'11. (Congress Year)

**Member Total:** 740  
 360 (Pers) Full  
 180 Follower  
 200 Subscribers

## Knowledge sharing / events

- Spanish Maintenance Congresses.
- Ibero-american Maintenance Congresses.
- **Technical Conferences (yearly/biennial):**  
 On:  
 Safety, Buildings/Edifices, Transportation systems, Chemical & Process Industry, Food Industry, Energy Industry.

## Certification

- AEM's Certification as: Maintenance managing expert.
- Planned: Maintenance Supervisor and Maintenance Skilled Specialist.
- AEM's Certification as Supervisor (in progress) 2013

## Publications / Services

- ☐ **Survey of the Maintenance in Spain (quinquennial). 5 Issues**
- "Mantenimiento" magazine 10
- "Cuadernos de mant<sup>o</sup>" Maintenance notebooks: 10 Issues edited.
- "Libros de mant<sup>o</sup>" (Maintenance books): 3 Issues edited.

## Industry.

### Training ( intern / extern)

- 2 Maintenance Superior Courses/year.
- 20 Training Courses/year.
  - (Organization, Stocks management, productivity, safety, KPI's, etc.
- 4 Technical workshops/year
- 

## Committees Maintenance & Managing of:

- Miscellaneous Buildings & Edifices.
- Chemical & Process Industry.
- Energy Technologies.
- Transportation.
- Logistics Technologies
- Food Industry
- Safety in Maintenance Operations

## Other activities

- Cooperation with Universities & Technical Schools.
- Cooperation with Professional Colleges & Associations.
- Technical lectures in several Institutions
- Association's web page: [www.aem.es](http://www.aem.es)

**Expectations:** Keep improving AEM's image either in home Institutions & Companies as in Foreign and Abroad. Special attention to the youth's technical education, attending the need of prepared technicians able to fill turnover of Professionals. Promote Benchmarking and Networking to improve and share experience exchanges. Be in constant touch with technical and economic activities to be informed of their evolution up to date. Periodical renovation of AEM's activities Catalogue to keep it actualized. Seek Maintenance best practices to improve productivity and safety. Take part of Normalisation Committees in order to get the best standards in Maintenance.

The cartoon depicts a man in a suit playing a trumpet. A long, thin line extends from the trumpet's bell, leading to a large chart titled "WORLD ECONOMY 2002-2009". The chart has a grid and a line graph. The x-axis is labeled with Roman numerals from IX to X. The line graph shows a general upward trend from IX to XII, followed by a sharp decline through I to X. The line ends with an arrow pointing to the right. The cartoon is signed "P. S. S." in the top right corner.



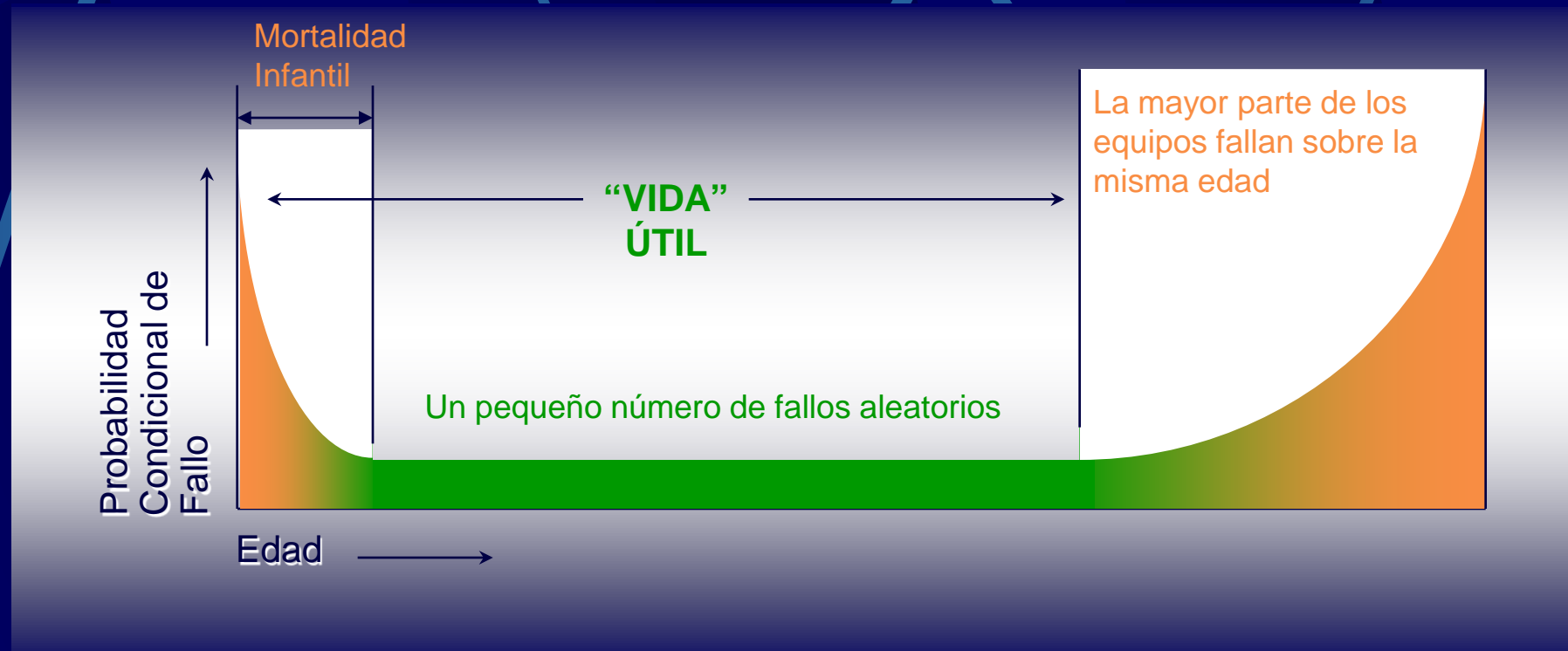
# Reflexiones previas sobre la eficiencia del Mantenimiento Preventivo Sistemático

- El Mantenimiento preventivo sistemático se basa en intervenciones programadas a intervalos fijos de tiempo, de kilómetros, piezas fabricadas, horas de vuelo, etc.
- La mayoría de los programas de mantenimiento preventivo sistemático utilizados en las Empresas ha sido definido por los Suministradores de los sistemas, sin adecuarlo al contexto real de la Empresa donde se explota el Sistema: Esto hace que apliquemos programas de propósito muy general, conservadores y caros
- En teoría, la fiabilidad de los equipos se mantiene en los niveles requeridos gracias a esta práctica.
- Pero, ¿realmente es así?
- La búsqueda de la eficiencia y la contención de costes en los departamentos de mantenimiento obliga a replantearse esta cuestión. Las alternativas son complejas, por falta de tiempo para revisar los planes con rigor, por miedo ante incidentes posteriores, etc.

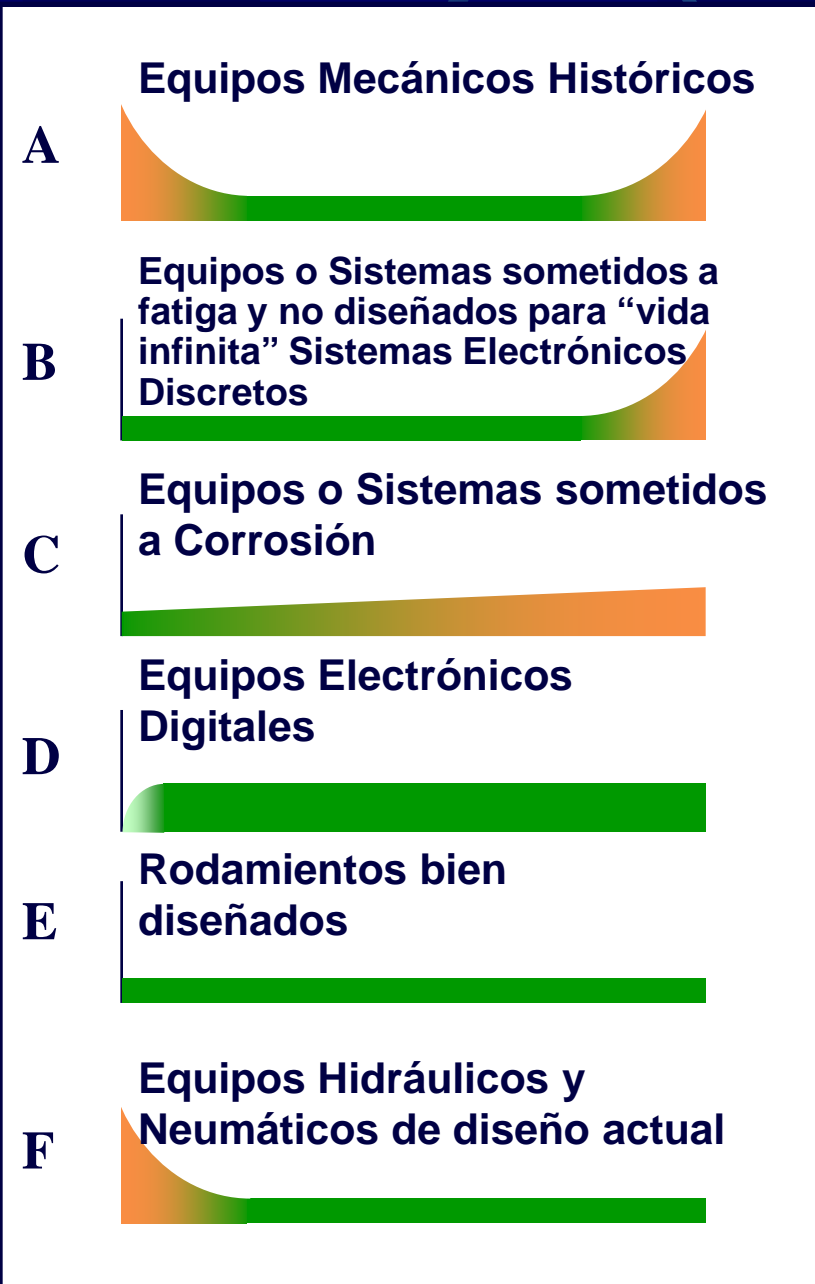




# *El tradicional punto de vista de los fallos de los equipos...*



# La Realidad de los Fallos



## *Curva A: “La curva de bañera”*

Alta mortalidad infantil, seguida de un bajo nivel de fallos aleatorios, terminando en una zona de desgaste.

## *Curva B: “El tradicional punto de vista”*

Pocos fallos aleatorios, terminando en una zona de desgaste.

## *Curva C:*

Un constante incremento en la probabilidad de fallo.

## *Curva D:*

Un rápido incremento en la probabilidad del fallo, seguido de un comportamiento aleatorio.

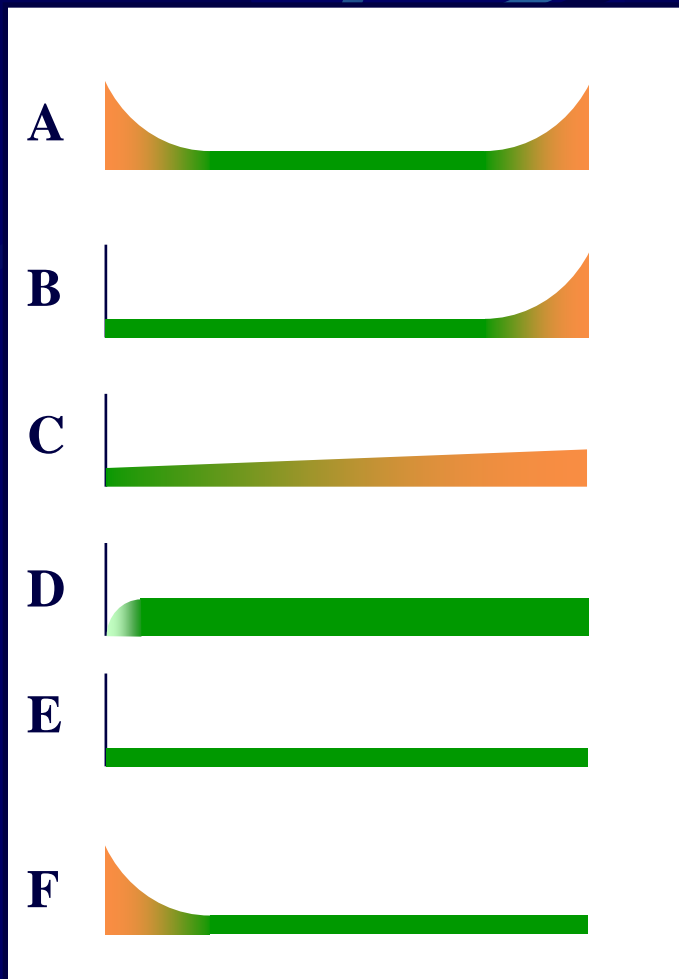
## *Curva E: Fallos Aleatorios*

No hay relación entre la edad funcional de los equipos y la probabilidad de que fallen.

## *Curva F:*

Alta mortalidad infantil, seguida de un comportamiento aleatorio de la probabilidad de los fallos.

# Un primer Ejemplo de la Realidad de los Fallos



*En la aviación\*  
civil :*

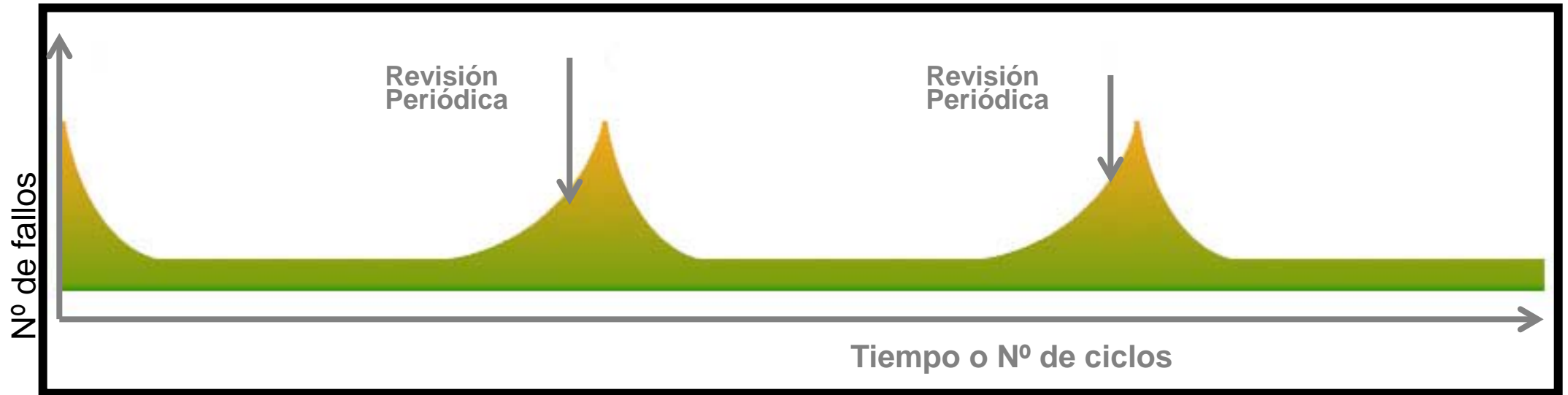
A: 4%  
B: 2%  
C: 5%  
D: 7%  
E: 14%  
F: 68%

¡ Esto implica que el  
Mantenimiento  
Preventivo Cíclico  
sólo es útil y eficaz  
en un **6%** de  
Sistemas

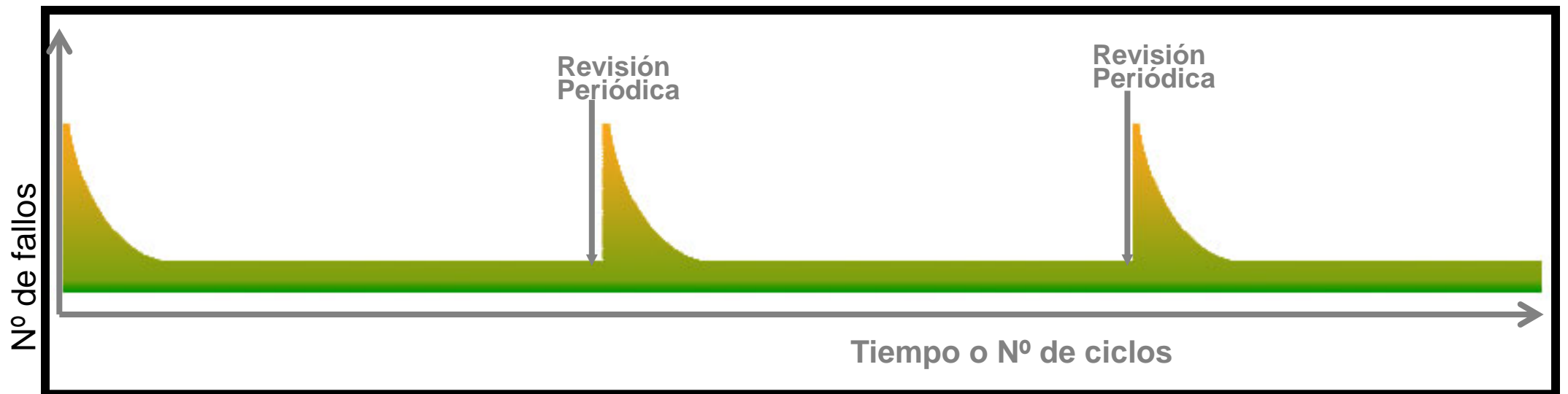
¿ No deberíamos reflexionar sobre  
ello para el Sector ferroviario?

\* Furlaneto. Manutenzione coste  
cero. Escola politécnica de Milán

***Por tanto, lo que los libros convencionales dicen que debería pasar es...***



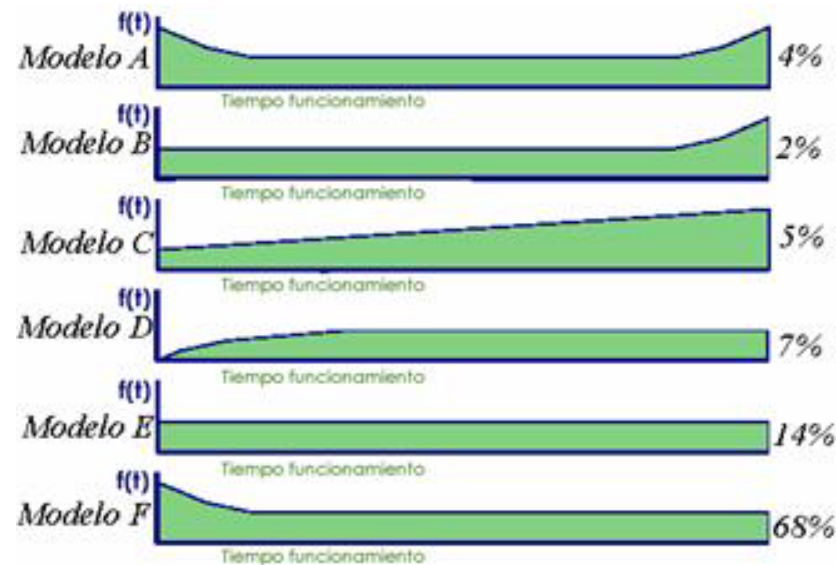
***Lo que realmente pasa...***





# Fallos evitables mediante Preventivo Sistemático

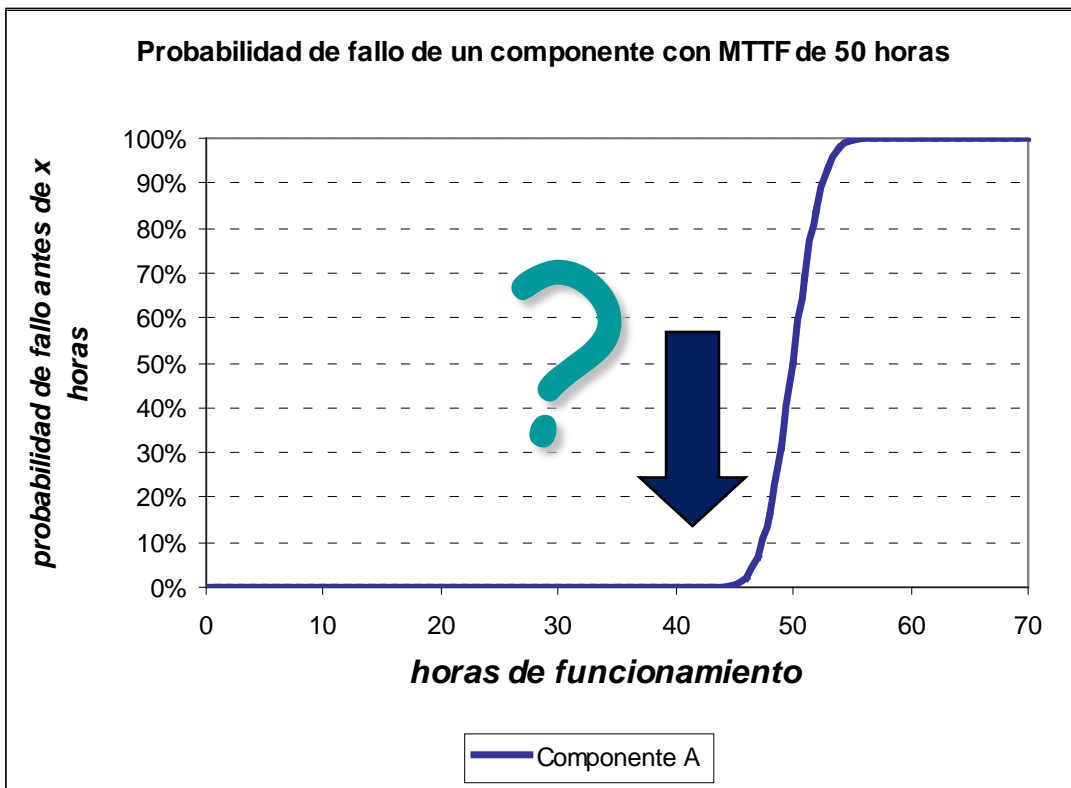
- El Preventivo Sistemático sólo es eficiente cuando tras un determinado tiempo en servicio, la probabilidad de fallo crece rápidamente, como ocurre en las dos curvas A y B de la figura
- De acuerdo a diversos estudios de modos de fallo (aviación) sólo el 6% de los sistemas responden a este comportamiento.



- El Preventivo Sistemático no es eficiente en un 94% de los sistemas que mantenemos ¿por qué?

# Dispersión del Tiempo hasta el Fallo (TTF)

En principio, el MTTF permite fijar adecuadamente los intervalos para las revisiones. ¿Hasta qué punto es cierta esta afirmación?

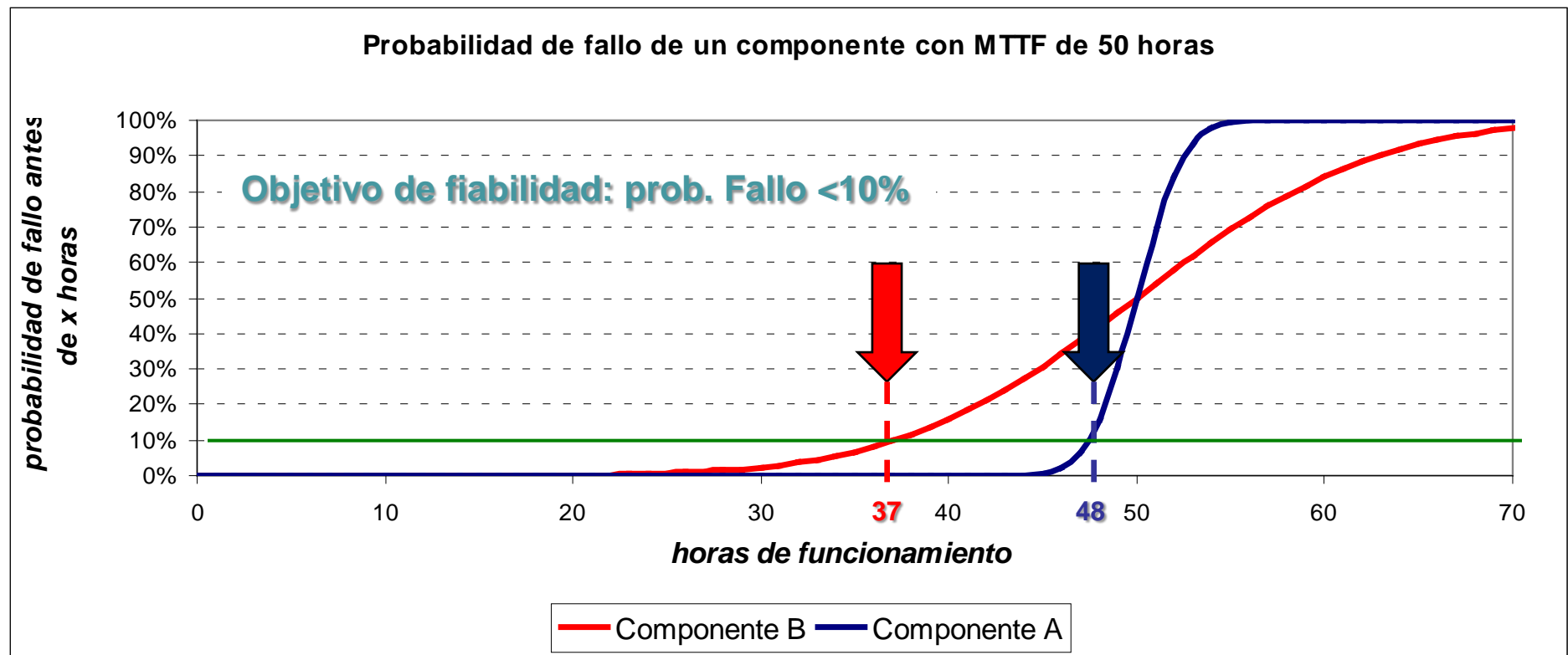


- Si la desviación típica del tiempo hasta el fallo (TTF) es **pequeña**, la probabilidad de fallo aumenta rápidamente, por lo que existe un óptimo para fijar una intervención de preventivo sistemático.
- Si la desviación típica del TTF es **grande**, no se produce un aumento brusco de la probabilidad de fallo, lo que impide fijar un óptimo para una intervención de preventivo sistemático.

- Desviación típica A = 2 h
- Desviación típica B = 10 h

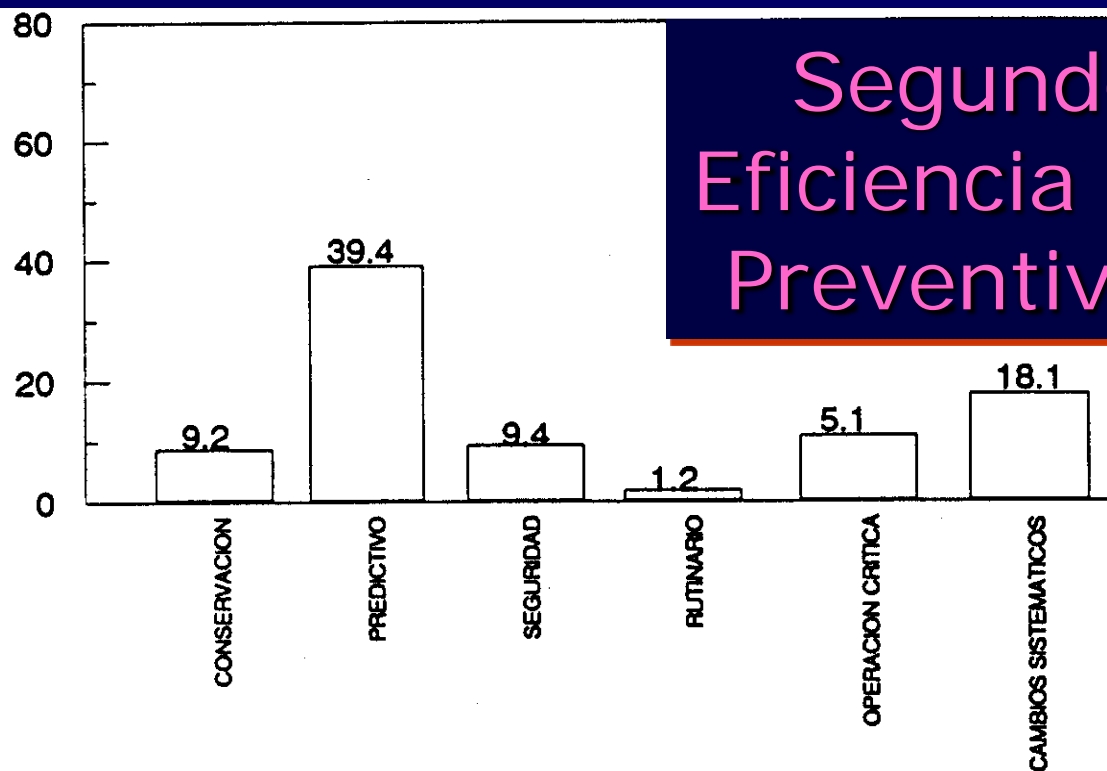
# El origen de las ineficiencias del Preventivo Sistemático

- Si se pretende limitar la tasa de fallo para mantener un objetivo de fiabilidad, es preciso ajustar los ciclos de intervención de todos los equipos al caso más desfavorable.



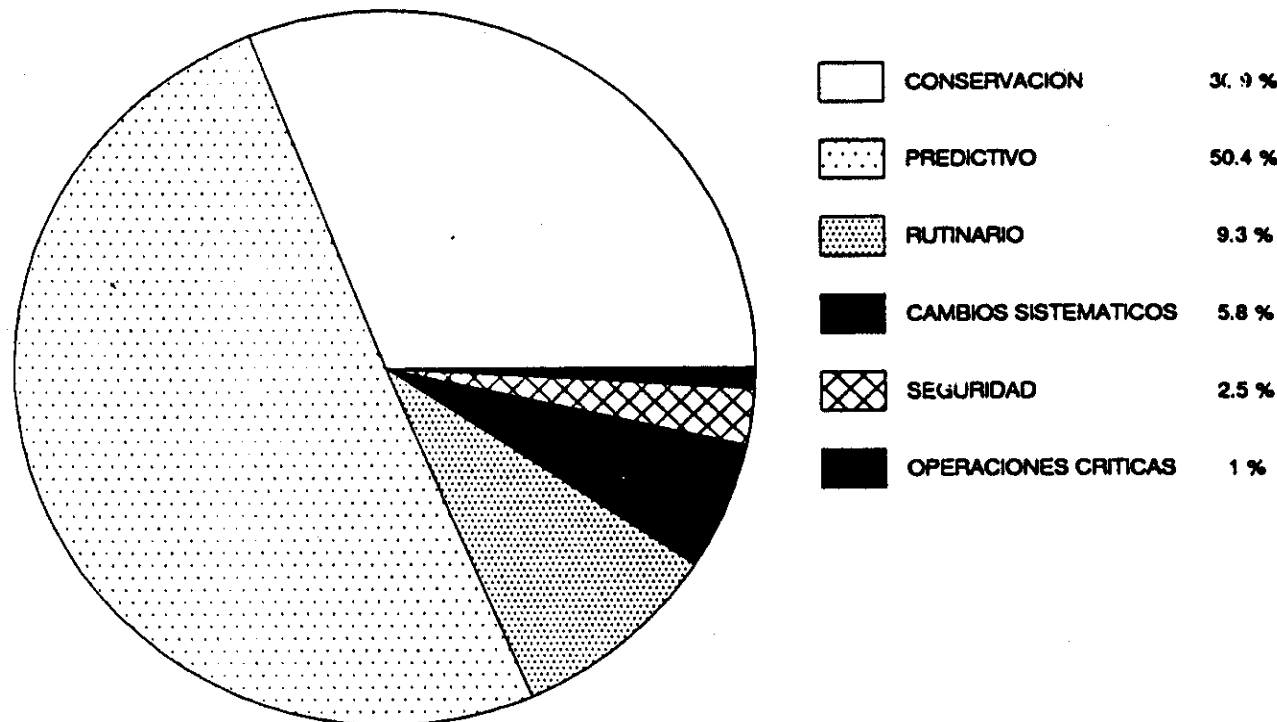
- Esto suele suponer acortar el ciclo de mantenimiento, lo que implica un incremento de coste y un descenso de la disponibilidad.

## Segundo Ejemplo sobre Eficiencia del Mantenimiento Preventivo según Tipología



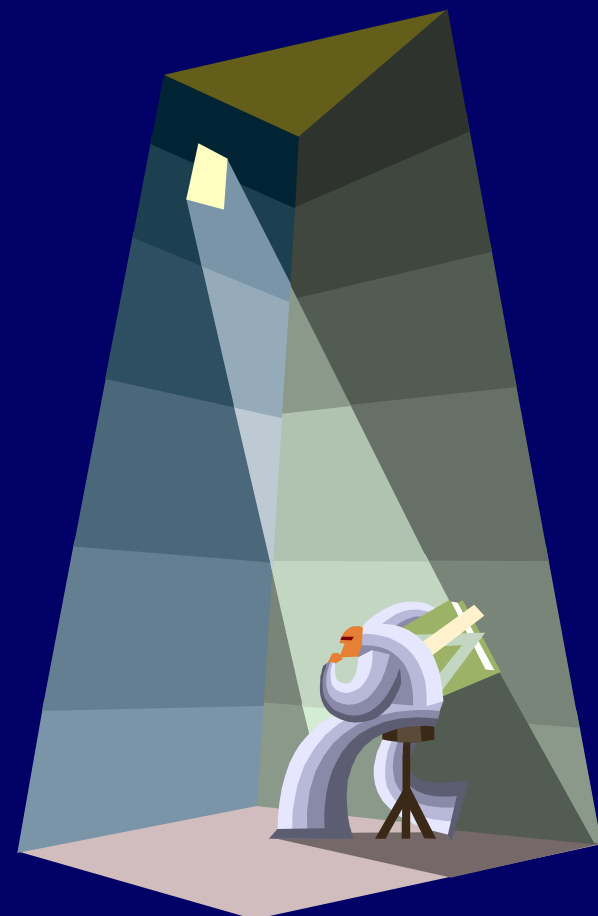
HORAS PARO EVITADAS POR CADA 1000 HORAS PREVENTIVO

### DISTRIBUCION HORAS EMPLEADAS POR TIPO









# Evolución Histórica del Mantenimiento

## Primera Generación

- Reparar en caso de avería

## Segunda Generación

- Revisiones cíclicas
- Sistemas para la planificación y control del trabajo
- Informatización

## Tercera Generación

- Nuevas Mantecnologías (predictivo, M.O.C. Etc.)
- Diseño de la fiabilidad y mantenibilidad. Reingeniería.
- Estudios de Análisis de Riesgos. Nuevas Estrategias de Mantenimiento
- Sistemas expertos
- Descentralización de los sistemas de Información
- Análisis de las causas/efectos de los fallos
- Participación
- Externalización

1930

1940

1950

1960

1970

1980

1990

2000

## Primera Generación

- Reparar en caso de avería

## Segunda Generación

- Mayor disponibilidad de la planta
- Mayor duración de los equipos
- Más bajos costes

## Tercera Generación

- Mayor disponibilidad y fiabilidad
- Mayor Seguridad
- Mejor calidad de los productos y servicios
- No deterioro del medio ambiente
- Mayor duración de los equipos
- Mayor reducción de los costes
- Observancia Normativa

1930

1940

1950

1960

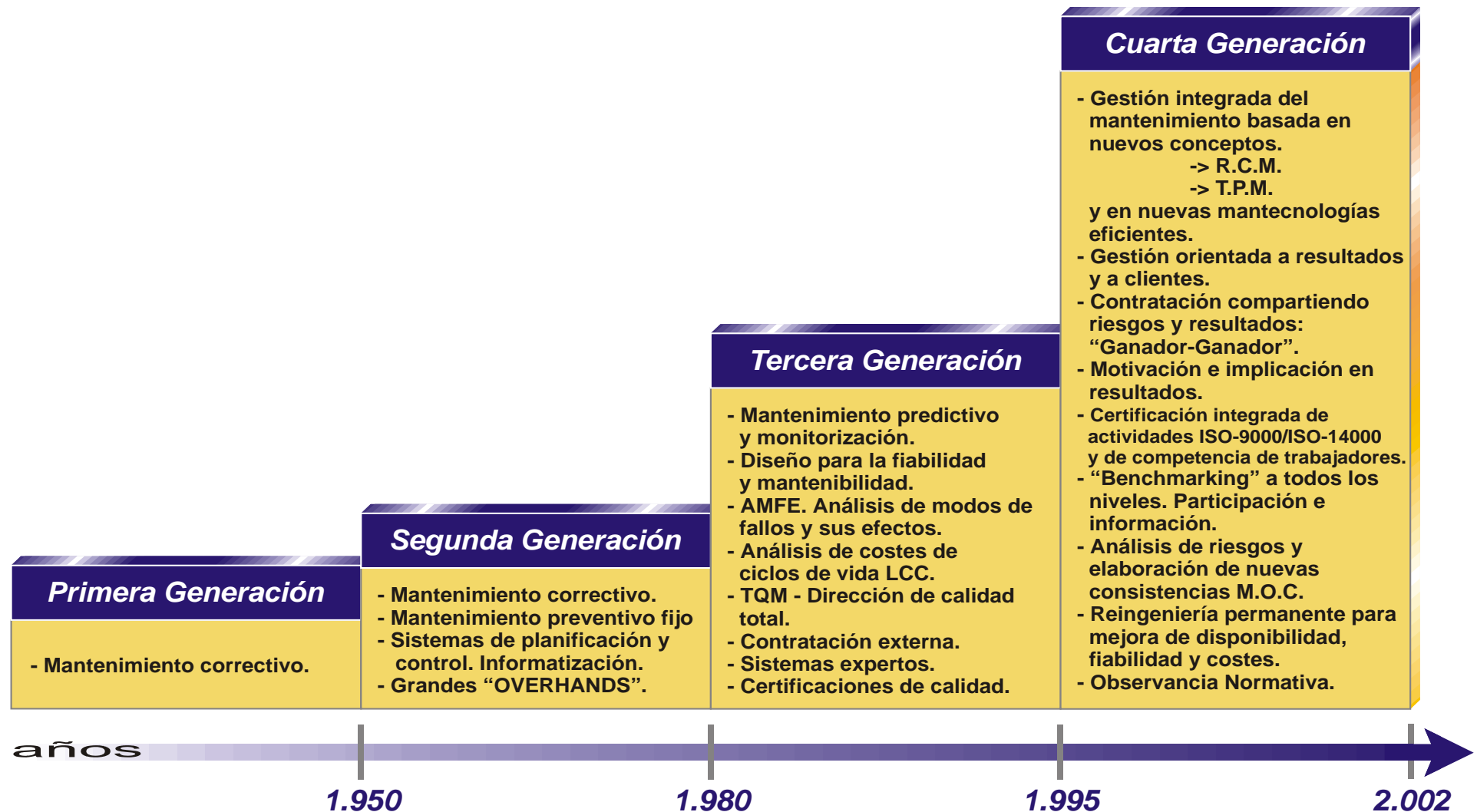
1970

1980

1990

2000

# Tendencias en la Gestión de Mantenimiento



**Desde la AEM proponemos avanzar por el camino del Mantenimiento avanzado, pero ello tiene coste**



**N-630**

Mantenimiento  
Preventivo  
Sistemático



A-6

Mantenimiento  
Avanzado



# El Coste se traduce en:

- Ser conscientes que el Mantenimiento es un importante centro de coste susceptible de optimizar, y mucho.
- Hay que dar al Mantenimiento la importancia que realmente tiene, por su repercusión en la seguridad, en la explotación y por ser un nicho de mejora de la eficiencia.
- Hay que trabajar para su mejora, pero con gran rigor y profesionalidad. La realización de nuevos planes de mantenimiento ajustados a cada contexto, exige estudio y dedicación.
- Los planes de mantenimiento de los Constructores e Instaladores son, generalmente, de propósito general y no se adecúan a cada explotación. Su optimización es muy rentable.
- Debemos salvaguardar la responsabilidad de los Técnicos implicados en el proceso, mediante la dotación de medios y tiempo preciso para estos estudios, que son rentables a muy corto plazo. El proceso debe ser auditable por cualquiera.



# Ideas finales y Conclusiones

- El Mantenimiento avanzado exige una continua beligerancia enfocada a la mejora de resultados técnicos y del coste.
- Podemos conseguir importantes ahorros con un mantenimiento eficiente y no rutinario, que cumpla además con la reglamentación. Resultados entre el 20 y 47% de reducción en el mantenimiento preventivo son resultados ya contrastados en nuestro Sector
- Hay diversos enfoques para mejorar la eficiencia. No son excluyentes. Desde hacer un mantenimiento ajustado a las necesidades de mi instalación, mejora de la productividad, externalización, etc.
- Llamamos la atención sobre la necesidad de aplicar los cambios con rigor y de forma auditable. La implantación de Indicadores como herramientas de gestión es básica; antes y después.
- En los cambios del mantenimiento, la observancia normativa y la cobertura jurídica es imprescindible. La información a los Constructores e Instaladores originales es importante.

