

XIII Congreso de Confiabilidad

Zaragoza, 23, 24 y 25 de noviembre de 2011

“Metodología para la selección de técnicas predictivas costo-efectivas”

Egoitz Conde
Fundación Tekniker



Introducción Fundación Tekniker

- **Fundado en 1981 como Centro Tecnológico privado sin ánimo de lucro.**
 - Ubicado en Eibar, Guipúzcoa - 250 trabajadores
 - Especializado en:
 - Ingeniería de precisión y mecatrónica.
 - Ingeniería de superficies.
 - Ingeniería de producción y automatización.
 - Tecnologías de fabricación.
- **Miembro fundador de IK4: 1500 investigadores**
- **Especialización en 8 grandes líneas tecnológicas**
 - **Mantenimiento y fiabilidad**
 - **Superficies (tribología y lubricación)**
 - **Sistemas inteligentes**
 - **Identificación y control de sistemas**
 - Ingeniería de precisión
 - Micro y nanotecnologías
 - Electromagnetismo y Aceleradores de Potencia
 - **Tecnologías Avanzadas de Producción (TAP)**



Introducción

Línea mantenimiento y fiabilidad

- **4 líneas de actividad principales:**

- Adquisición de datos (Sensórica)
- Diagnóstico y Predicción
- Optimización de estrategias
 - De producto
 - De proceso

- **Otras actividades relacionadas**

- Tribología
- Inteligencia ambiental
- ...

- **Actividad Industrial i+D**

- Proyectos bajo contrato / Licencias
 - Optimización estrategias de mnto. (Energía, Edificios)
 - Desarrollo tecnologías mantenimiento (Actuadores HM, Sensores on-line fluidos)
- Servicios
 - Auditorías; Diagnóstico averías

- **Actividad científica I+d (Cofinanciada por Tekniker)**

- Programas nacionales (Consolider,...)
- Programas cooperación internacional (UE)





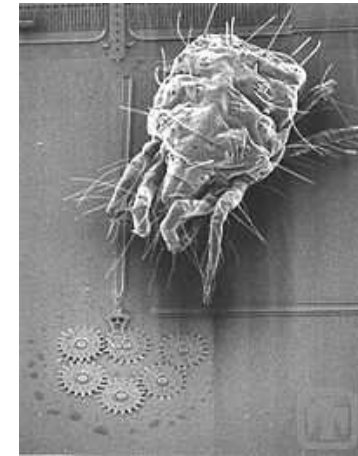
Innovación en tecnologías para la mejora continua

- Mejora mantenimiento → Eficacia y eficiencia en los sistemas productivos → ventaja competitiva
- Nuevos sensores, sistemas de comunicaciones, estándares y protocolos...entran en al abanico de posibilidades para optimizar los activos y procesos

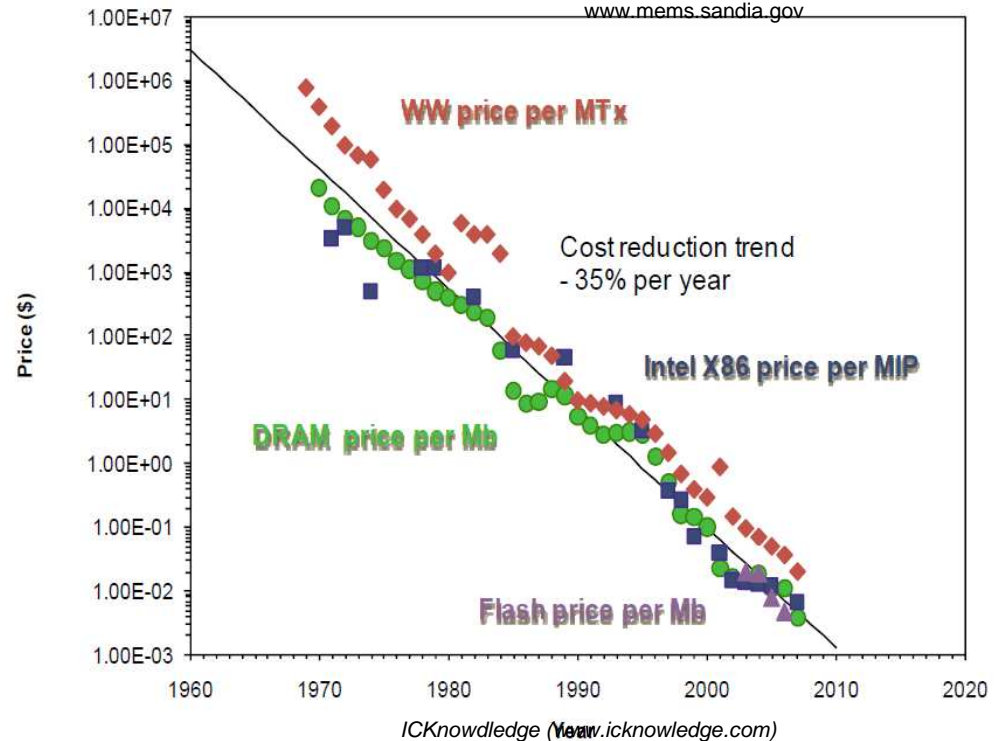


La mejora en el mantenimiento a través de las tecnologías

- Internet y las microtecnologías
 - Dispositivos miniaturizados
 - Internet y la capacidad de la comunicación y almacenamiento distribuido

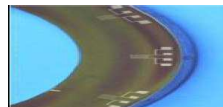


Sandia National Laboratories, tecnologías SUMMITT, www.mems.sandia.gov



Sensorización

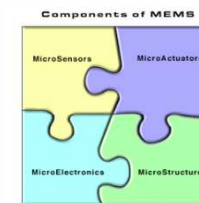
- Tecnologías de adquisición de datos va a evolucionar rápidamente en la próxima década → Sensores área crítica para la monitorización
- El uso de sensores inteligentes en tiempo “real” permitirá la optimización del tiempo de vida
- Nivel de miniaturización y coste con una magnitud similar en tecnologías de comunicación → aumento del número de puntos sensorizados



Sensores de temperatura



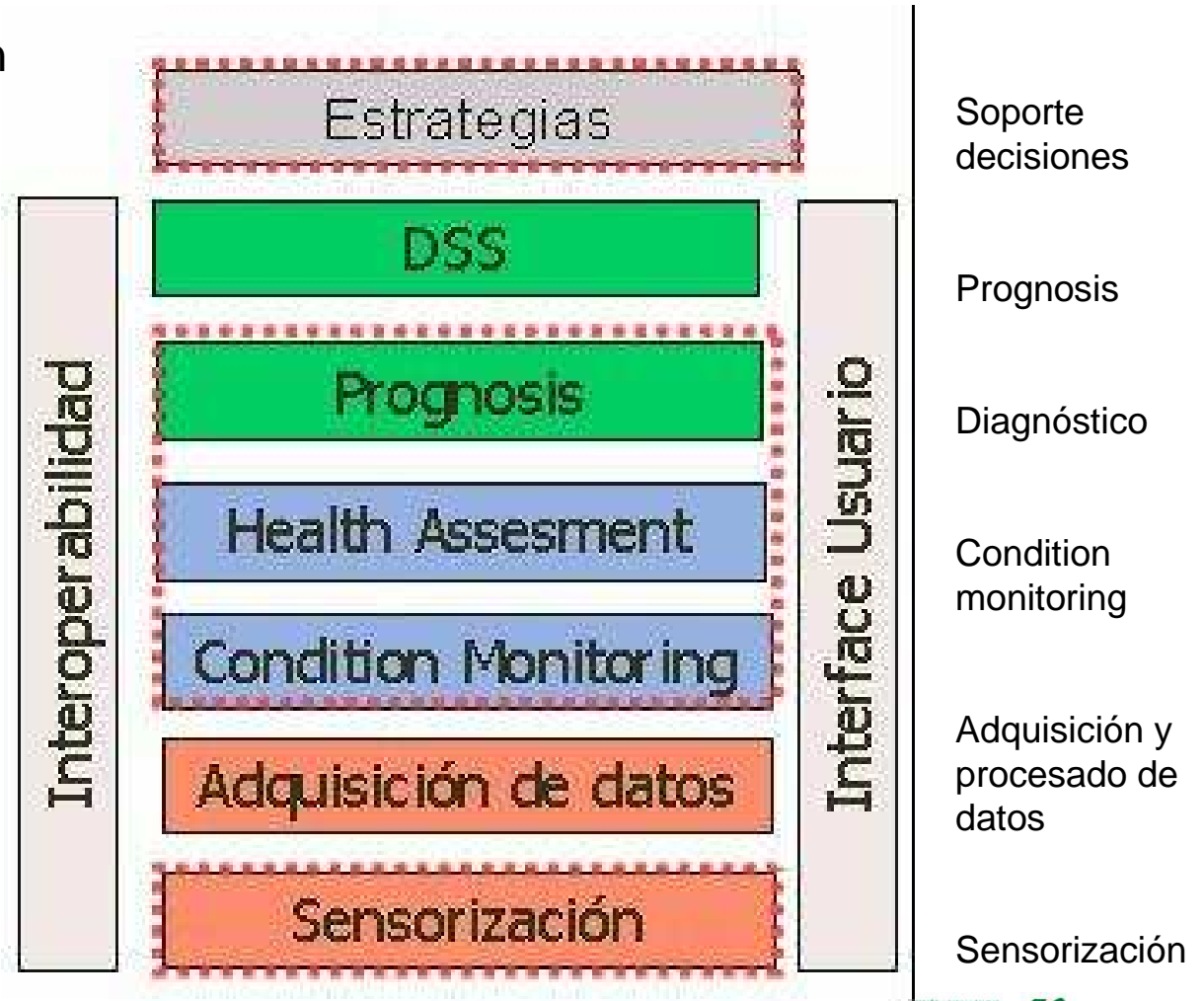
Galga
extensiométrica



Microelectromechanical Systems

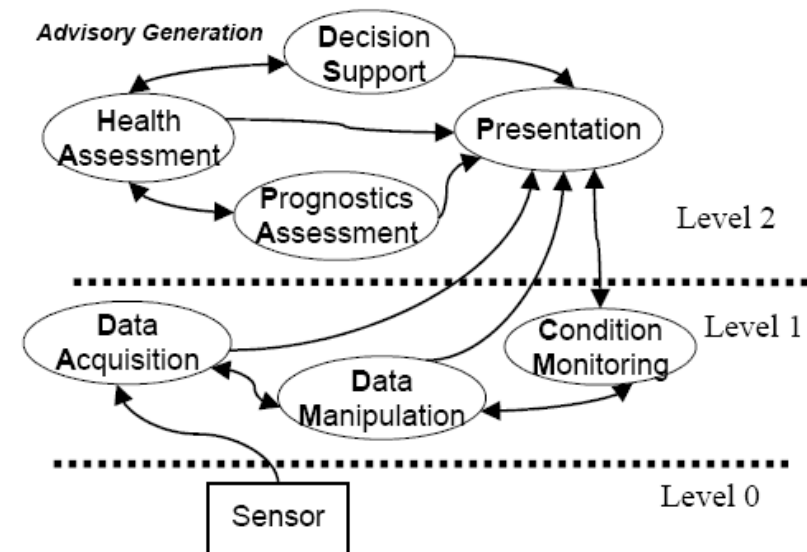
Interoperabilidad de datos.

La adquisición de información se hace mediante la estructura OSA-CBM para que haya un flujo de información eficiente. La información se divide en 6 niveles: Sensorización, la adquisición y procesado de datos, condition monitoring, diagnóstico, prognosis y por último el soporte de decisiones. A esto se le añaden 2 niveles de actividad que son las estrategias y la interoperabilidad.



Estandares para la automatización

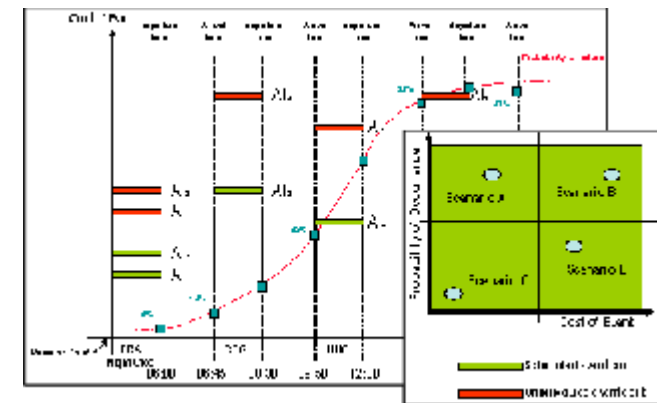
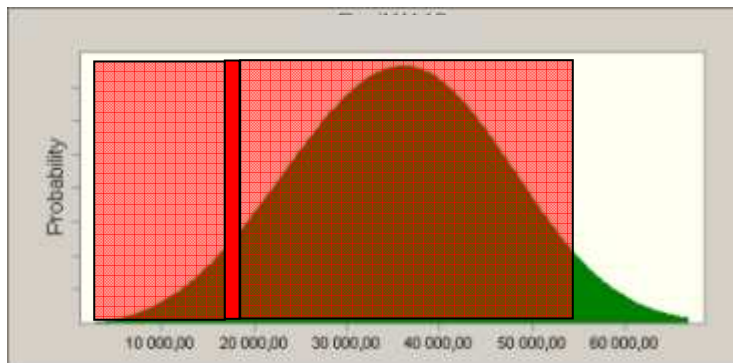
- Finalmente, la arquitectura OSA-CBM se ha convertido en una referencia para el desarrollo modular de aplicaciones de mantenimiento predictivo, convertida además en el estándar ISO 13374 (2007).
- Todavía más reciente es el estándar de integración de sistemas de automatización industriales ISO 18435 (2009) que, partiendo de OSA_EAI, junto con otros estándares (ISO 15745, ISO/IEC 62264) permite integrar la información de mantenimiento, producción y diagnóstico.

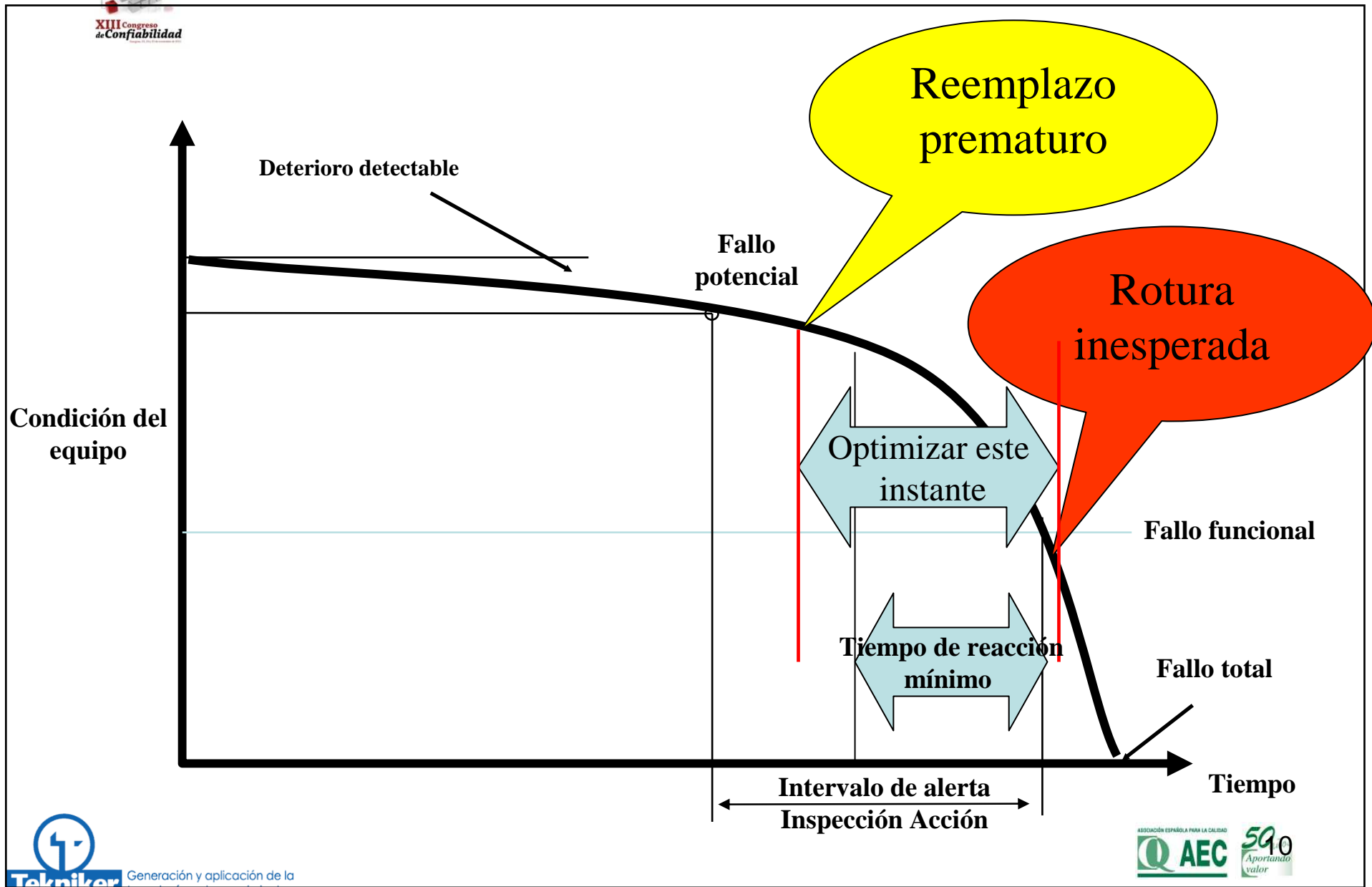




Concepto del mantenimiento basado en la condición

- Que puede ofrecer la monitorización de la condición
 - CM → Seguridad extra con respecto a PM
 - (Nuclear aeronáutica...)
 - **CM + CBM (Condition Based Maintenance) → Ahorro en acciones de mantenimiento (reparación reemplazo). Incremento disponibilidad**
 - **CM + PdM (Predictive Maintenance) → Anticipo del fallo (+ enlace operación) → Optimización recursos mnto. y planes de operación**







Estrategias de mantenimiento

- Stratos “ejercito” y Agein “conductor”, “guía”
- Tipos de estrategias
 - Correctivo
 - Preventivo
 - Predictivo (Condición)

"... con respecto a la excelencia, no es suficiente el conocerla, debemos tratar de tenerla y usarla". **ARISTOTELES**

Modelo de mejora

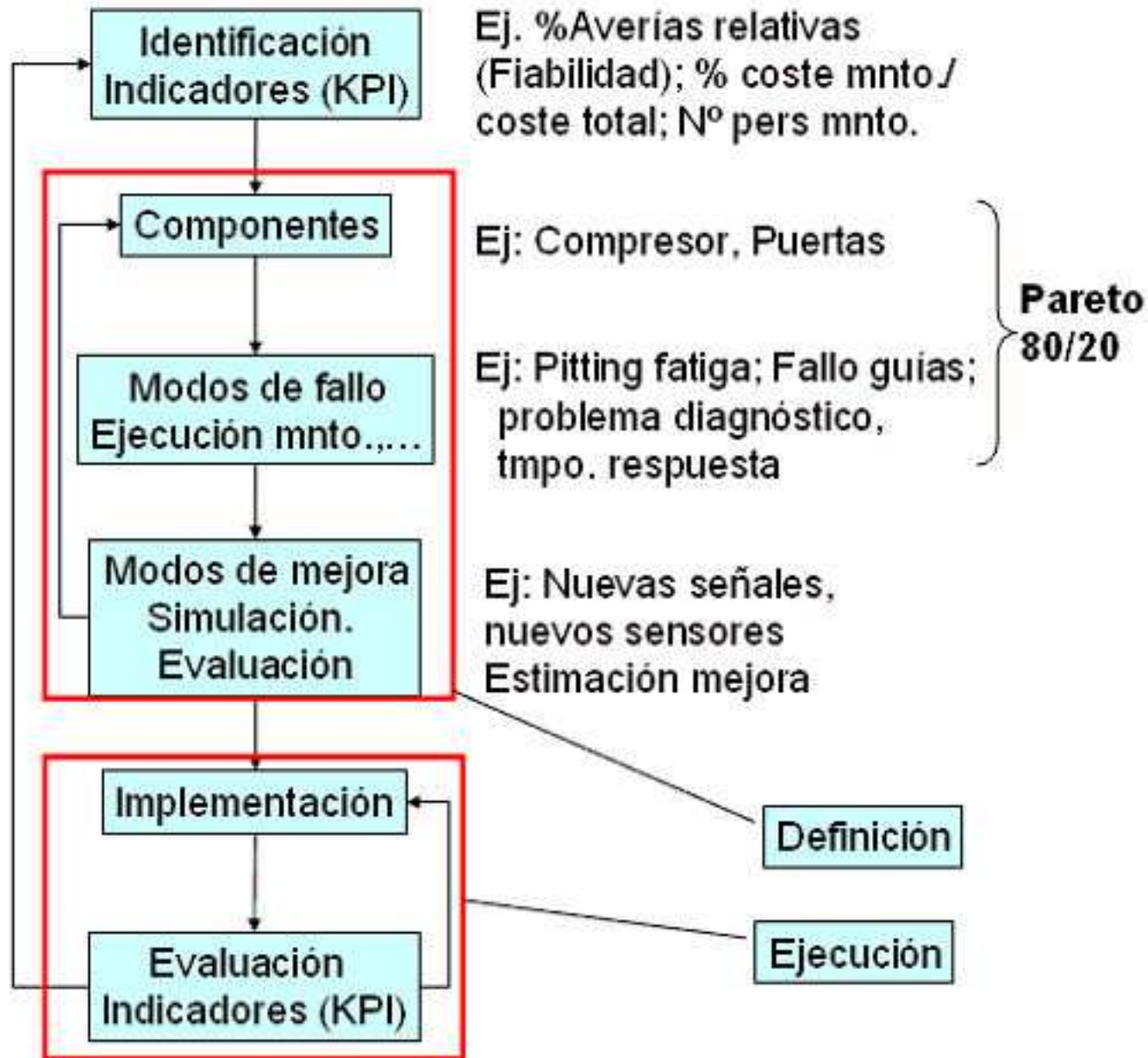


1. Objetivo

“No se puede gestionar lo que no se mide” Anónimo

| Perspectiva | Objetivo | Medida KPI | Definición | Cálculo | Unidad |
|--------------------------|---|----------------------|--|---|---|
| Financiera | Mejorar Riesgo total anual Mejorar Coste anual de reparación Mejorar Penalización Anual por Fallo | RTA CAR PAF | Coste de reparación más el coste de penalización Coste de realización del mantenimiento Penalizaciones por falta de disponibilidad | CAR + PAF FF x (CMO + CM) FF x (TR x IO + IS) | €/ año €/ año €/ año |
| Cliente | Mejorar disponibilidad del ascensor | IP | Impacto de fallo | Costo que conlleva a el tiempo de parada | €/ hora |
| Producto | Mejorar fiabilidad Mejorar mantenimibilidad Mejorar disponibilidad Mejorar seguridad | FF TR IO IS | Frecuencia de fallo Tiempo de reparación Impacto de fallo Impacto seguridad | Veces que ocurre un mismo fallo Tiempo que se tarda de media en hacer una reparación Costo que conlleva a tiempo de Costo que conlleva un fallo de seguridad | Fallos / año Horas €/ horas €/ fallo |
| Aprendizaje Y desarrollo | Mejorar herramientas de información | CA | Costo aprendizaje | Costo de aprendizaje nuevas tecnologías | €/ año |

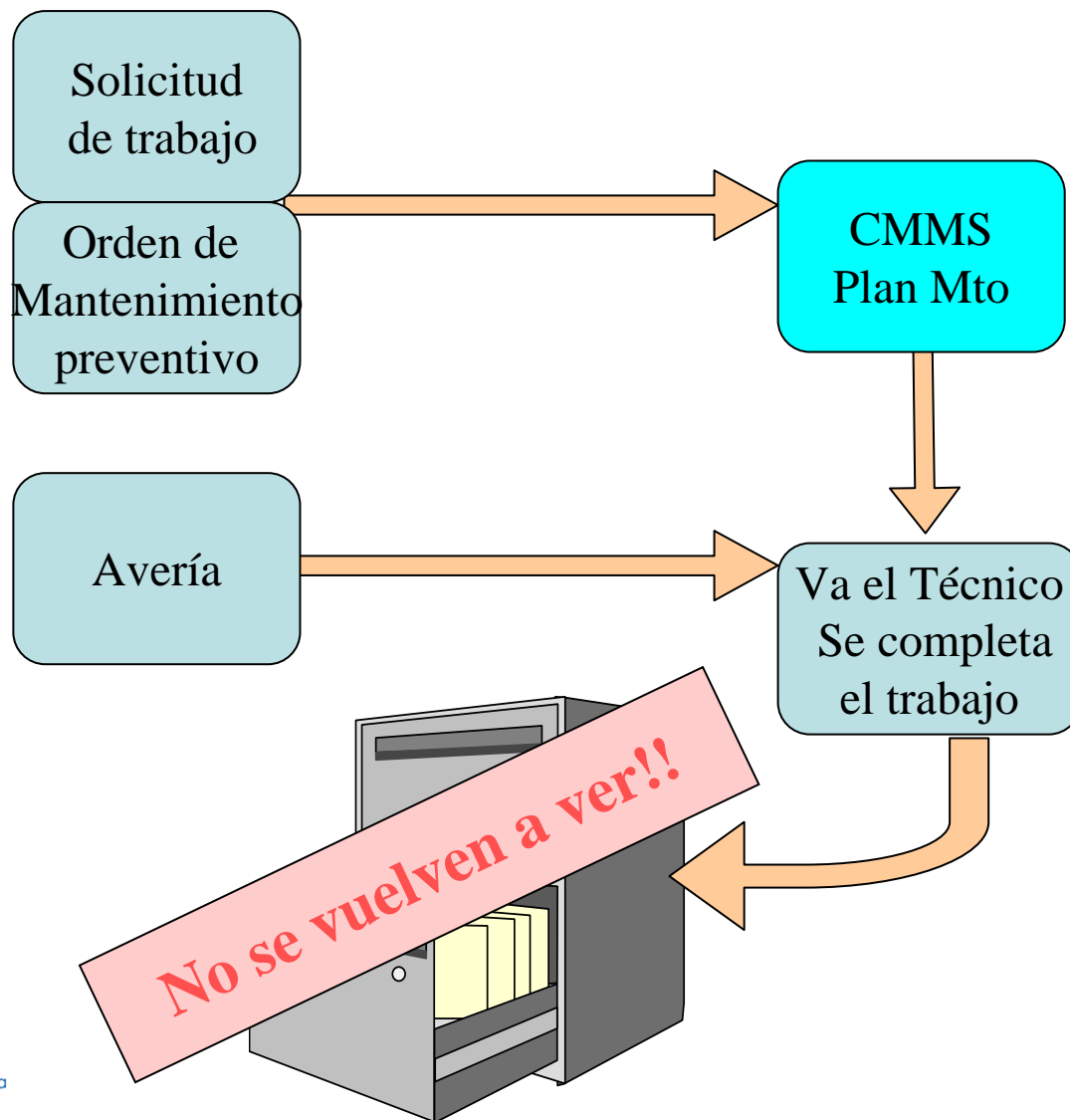
SMART, Specific, Measurable, Achievable, Realistic and Timely





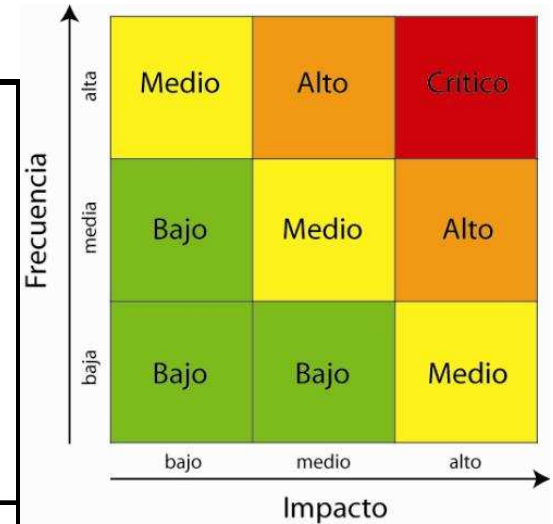
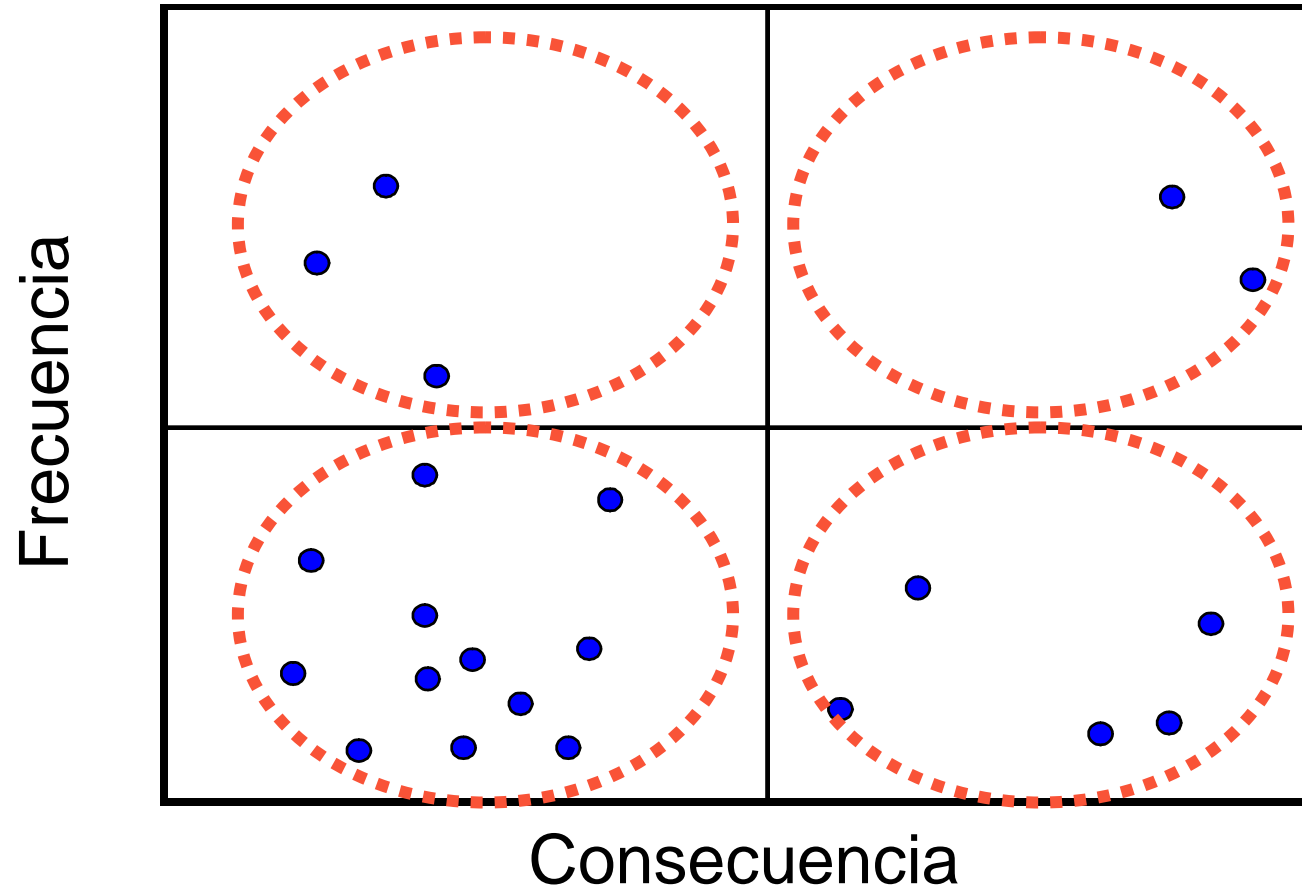
1. Objetivo

- Problemas que surgen
 - Cómo mejorar
 - Qué mejorar
 - Qué información tiene disponible para ello
- Fase importante:
 - Aprendemos del funcionamiento cliente
 - Comprobamos ciertas necesidades de mejora



2. IDENTIFICAR componentes

Riesgo = Probabilidad x Consecuencia



3. ANALIZAR.

Análisis de fiabilidad (FMEA, PHA, HAZOP, FTA)

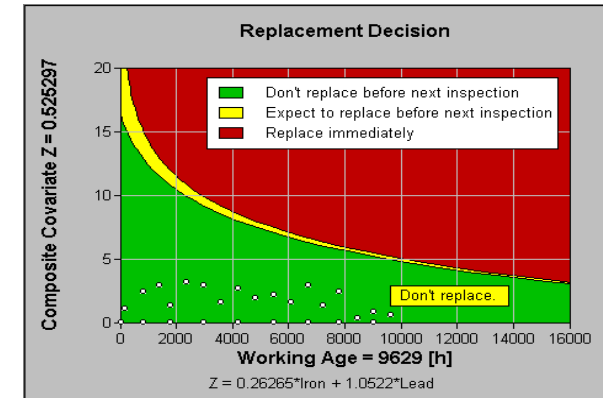
| Subsistemas | Función | Modo de fallo | Causa | Efecto | Criticidad |
|-------------|--|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|------------|
| Tornillo | Comprimir el aire que ingresa al compresor | Falta de lubricación | Mal estado del lubricante | Aumento T ^a aire-aceite | 20 |
| | | Fractura del tornillo | Fatiga material | Aire no se comprime | 5 |

- ¿Donde está el negocio?
 - Búsqueda específica de un pequeño grupo de modos de fallo que representan un gran ahorro de costes o un beneficio esperado (Principio de Pareto)
 - Búsqueda de fallos que maximizan el riesgo

4. DESARROLLAR

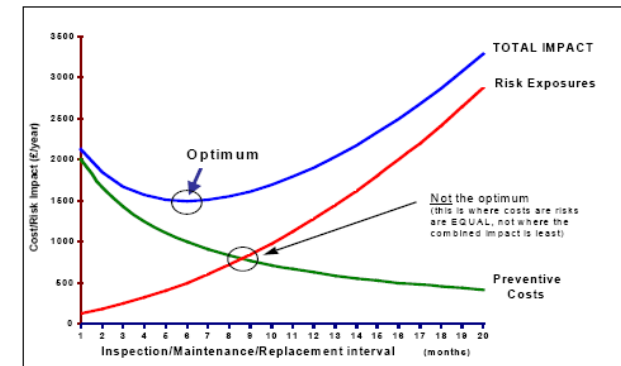
Case Study

- Desarrollar estrategias predictivas y basadas en nuevas tecnologías
- ¿De qué datos disponemos?
 - Hay que adaptarse a los datos disponibles
 - Idealmente: KPI; Fallos; Modos de fallo; Inspecciones; Costes de reparación; Costes de inspección
 - En muchos casos, 10%!
(Desconfianza para compartir los datos, Falta de coordinación entre departamentos, Ningún dato)



EXAKT. OMDEC

Cost-effectiveness



Optimun

4. DESARROLLAR

- Datos disponibles sobre el elemento de estudio
 - Costes del mantenimiento correctivo
 - Costes del mantenimiento preventivo
 - Distribución estimada
- **SIMULACIÓN**
 - Se utiliza una simulación mediante Monte Carlo para generar la distribución de probabilidades de los eventos para cada estrategia
 - Correctivo → eventos de fallo
 - Preventivo → eventos de acciones de preventivo + fallos que aparecen antes de las acciones de preventivo
 - Predictivo → capacidad del sensor para predecir el fallo
 - La simulación debe ser estadísticamente significativa:
 - 10 iteraciones de Monte Carlo para las distribuciones Weibull
 - 1000 compresores (40,000 horas de trabajo)



Simulación Tekniker

mssim_gui



Datos generales

Horas de producción Vida útil Coste de reemplazo

Datos de fiabilidad

Escala Forma Localización

Correctivo

Coste fallo

Preventivo

Coste acción

Intervalo acción

Predictivo

Coste acción

Intervalo acción

Coste reparación

Prob fp

Prob fn

Combinada

Coste preventivo

Intervalo prev.

Coste insp.

Intervalo insp.

Coste reparación

Prob fp

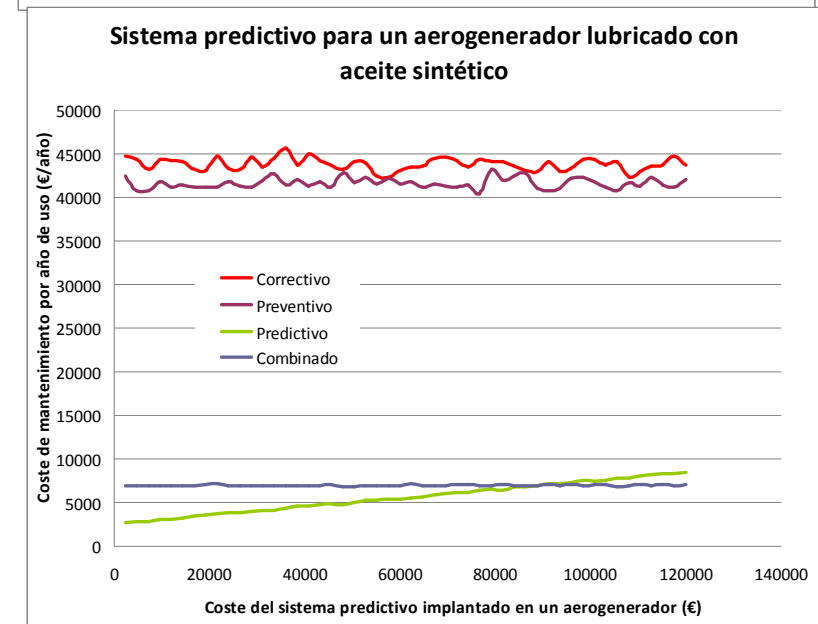
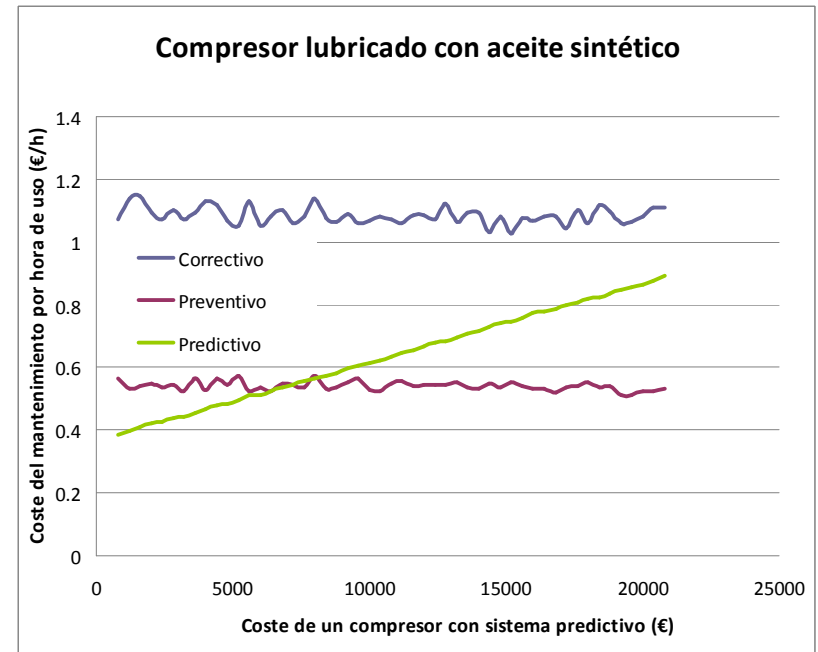
Prob fn

Parámetro variable

Vida útil Comienzo:Incr:Fin

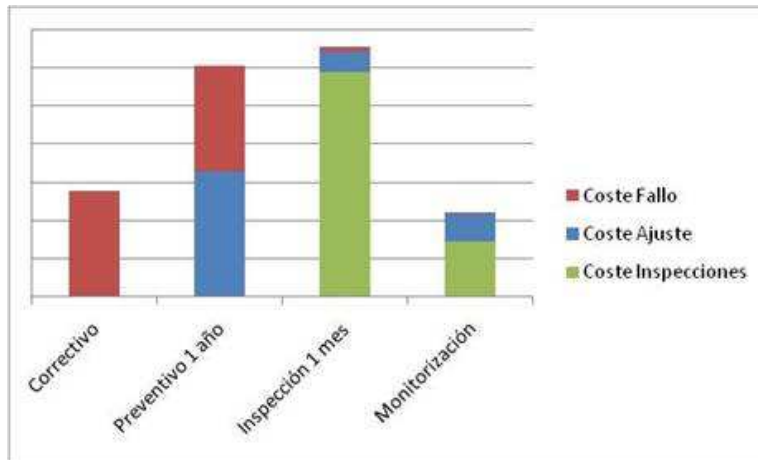
Compresor lubricado con aceite sintético

| Coste de un compresor con sistema predictivo (€) | Coste del mantenimiento por hora de uso (€/h) - Correctivo | Coste del mantenimiento por hora de uso (€/h) - Preventivo | Coste del mantenimiento por hora de uso (€/h) - Predictivo |
|--|--|--|--|
| 0 | ~1.1 | ~0.55 | ~0.4 |
| 5000 | ~1.1 | ~0.55 | ~0.5 |
| 10000 | ~1.1 | ~0.55 | ~0.65 |
| 15000 | ~1.1 | ~0.55 | ~0.8 |
| 20000 | ~1.1 | ~0.55 | ~0.9 |

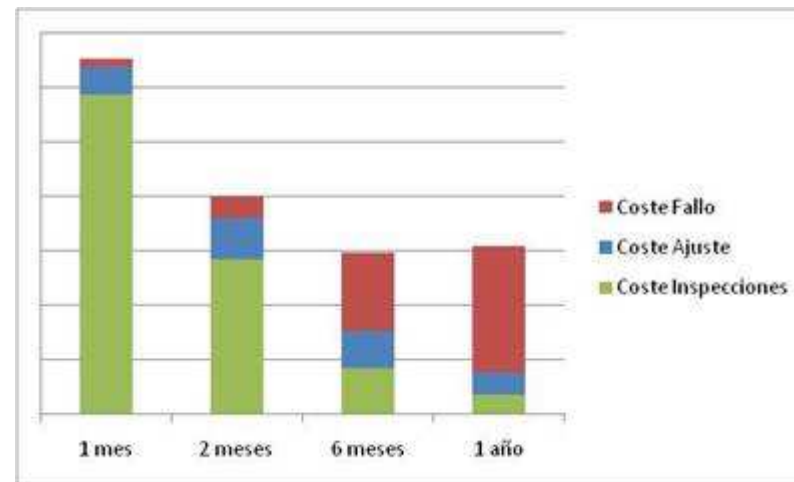


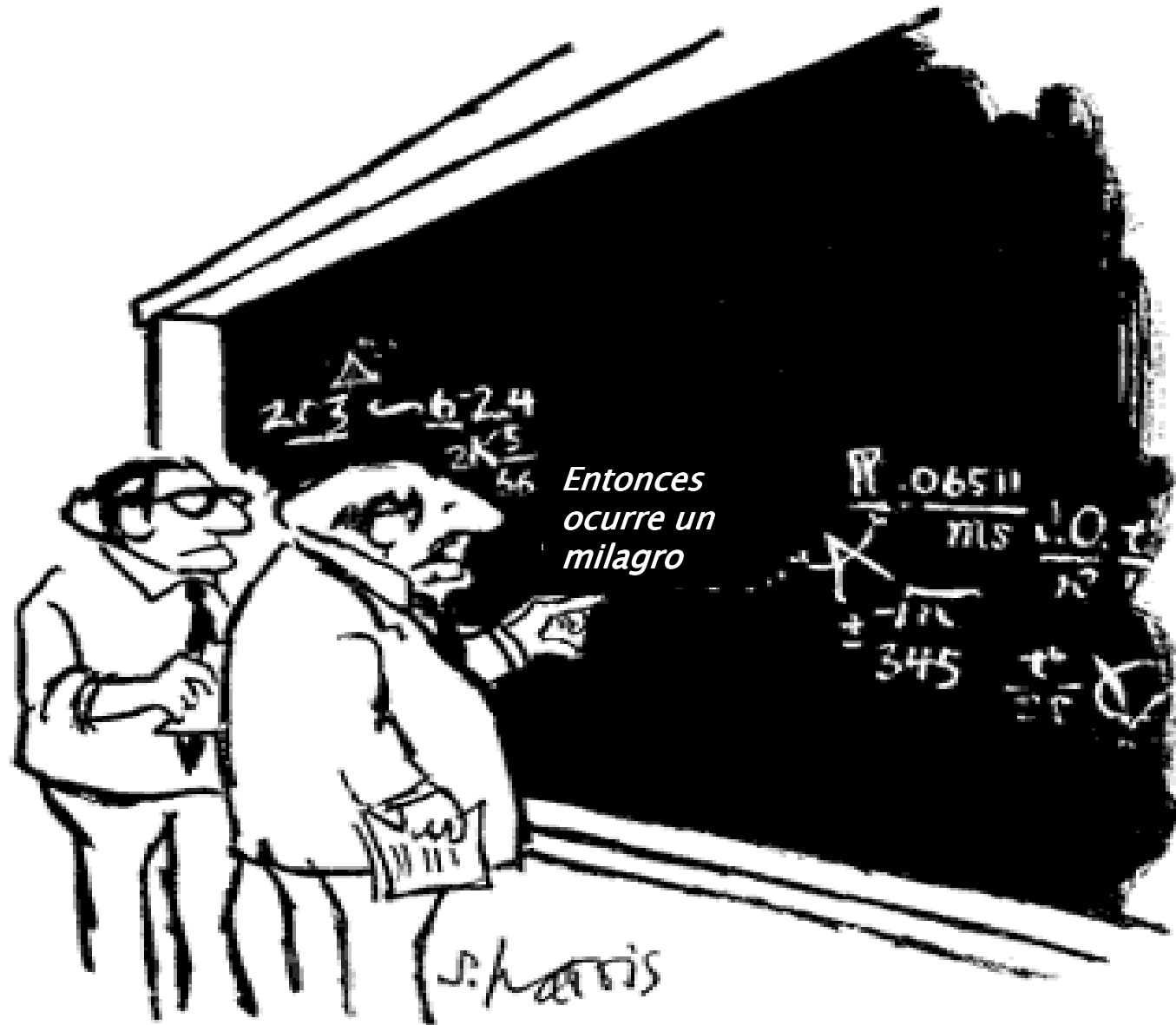
Ejemplo de resultado

Coste de estrategias



Variación de frecuencia de inspección

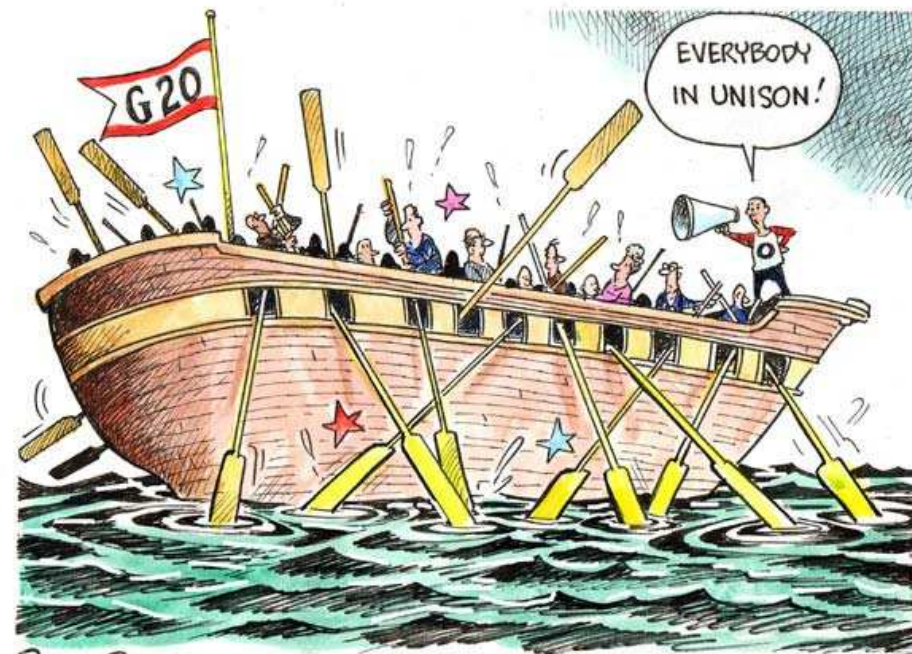
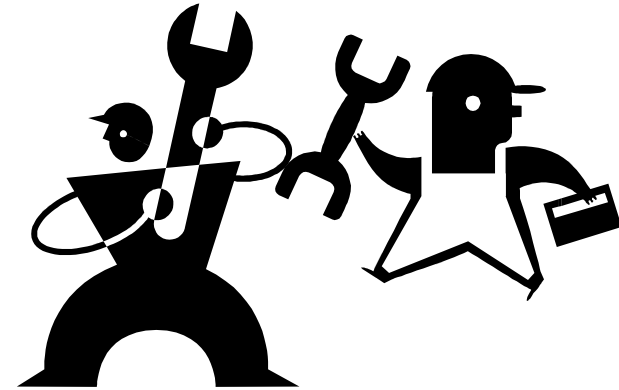
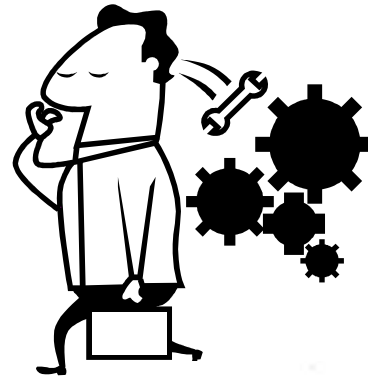




“Creo que deberías ser más explícito en este paso”

Implementar

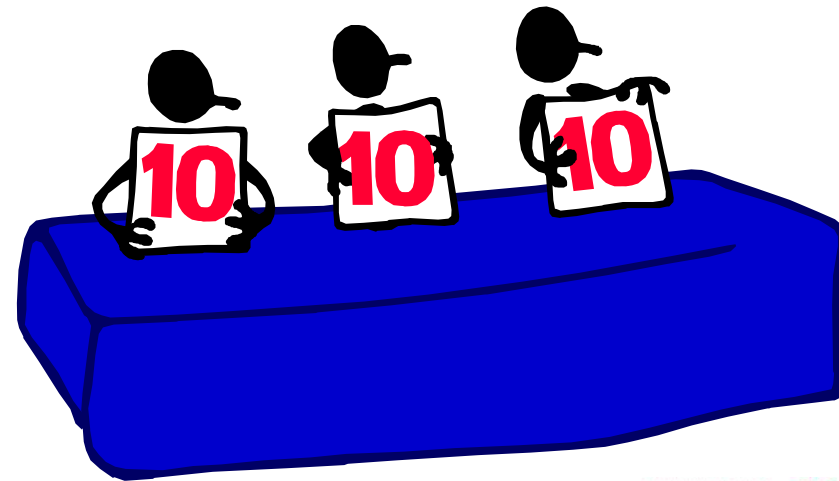
- Simulación
- Banco de pruebas en el laboratorio
- Grupo de control en empresa



DAVE GRANLUND © www.davegranlund.com

Evaluar

- Costes
- Efectividad
- Indicadores
- Problemas en la implementación



CONCLUSIONES

- Las nuevas tecnologías deben ser herramienta para la optimización del mantenimiento
- Hay diferentes herramientas y tecnologías que pueden ayudar a mejorar la competitividad de las empresas: Sensorización, comunicación inalámbrica, herramientas de diagnóstico y pronóstico...
- Son herramientas que se utilizan en diferentes sectores y que van a seguir evolucionando para optimizar el mantenimiento de las empresas



GRACIAS ESKERRIK ASKO

Egoitz Conde econde@tekniker.es

