



SOLUCIONES PARA EL ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS ÓPTIMAS DE MANTENIMIENTO (UN ENFOQUE DE MANTENIMIENTO BASADO EN VALOR)

La aparición de nuevos actores en la industria energética, así como el aumento en los últimos 10 años de los costes operacionales de generación nuclear, han provocado una significativa reducción de márgenes dentro un entorno cada vez más competitivo.

Esta situación presenta un reto que hasta hace algunos años era inexistente dentro del sector nuclear: el cambio necesario en la cultura de las organizaciones, que marcaba hasta hace unos años la expectativa de seguridad y fiabilidad a cualquier coste.

Se presentan a continuación una serie de aspectos a considerar en la búsqueda de una mayor eficiencia, así como soluciones tecnológicas propuestas por Empresarios Agrupados (EA), como apoyo en este proceso.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, cada vez más, se hace patente la necesidad de implementar buenas prácticas para la optimización de los procesos de planta, y buscar la reducción de costes de operación y mantenimiento a través de formas de trabajo más eficientes.

La iniciativa *Delivering the Nuclear Promise* (DNP), promovida por el Nuclear Energy Institute (NEI), ha realizado avances en este sentido, al recopilar una serie de recomendaciones dirigidas hacia una mayor eficiencia y ahorro de costes.

Es necesario estimar y controlar costes de mantenimiento de manera efectiva sin menoscabar ni la seguridad ni la fiabilidad. Con este objetivo en mente, diversas organizaciones han desarrollado, tanto guías de aplicación de principios de mantenimiento centrado en la fiabilidad, como plantillas que estandarizan el mantenimiento, hasta herramientas más completas de *software* que proporcionan apoyo en el desarrollo de estrategias de mantenimiento personalizadas para los equipos críticos de planta. Con la combinación de todos estos aspectos, se conforma un "Mantenimiento basado en valor" que en resumen, busca la optimización de las estrategias de mantenimiento de equipos, a partir del análisis de costes y fiabilidad.

Empresarios Agrupados ha incorporado, como parte de su portafolio de servicios, diversas soluciones bajo el paradigma del mantenimiento basado en valor, las cuales apoyan en el

análisis de diferentes estrategias con el fin de obtener la fiabilidad requerida a un menor coste total (Figura 1).

ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO BASADO EN VALOR

Antes de plantear una base para el análisis de costes, y las consiguientes estrategias de mantenimiento basado en valor, es importante establecer el objetivo de esta implantación, para lo cual resultará de utilidad llevar a cabo previamente las siguientes actividades:

- Valoración y reclasificación de componentes de la planta considerados como "críticos".
- Identificación de tareas de mantenimiento de mayor coste asociadas a componentes no críticos.
- Identificación de información relevante para el cálculo del coste de mantenimiento.

En esta etapa, es primordial el papel de los Sistemas de Gestión Empresariales (ERP) y bases de datos corporativas, que proporcionen información relevante para la caracterización de componentes y para el análisis de reducción de mantenimientos y de costes. Habrá que tener presente que estas aplicaciones podrán verse modificadas en su actual funcionalidad, e incluso enriquecidas con nuevas funcionalidades, de acuerdo a las necesidades de información.

Una vez identificados aquellos componentes "no críticos", sobre los cuales se aplicarán estrategias de optimización, y se han identificado todos los aspectos que influyen en



KARINA MARTÍNEZ PÉREZ

Área de Informática y Simulación
EMPRESARIOS AGRUPADOS AIE

Ingeniera informática superior por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México)



JOSÉ MANUEL PEÑAS GARCÍA

Analista en Sistemas de Información de las Centrales Nucleares de Almaraz-Trillo desde 2005.

Área de Informática y Simulación
EMPRESARIOS AGRUPADOS AIE

SOLUTIONS FOR ANALYSIS OF OPTIMAL STRATEGIES OF MAINTENANCE (A MAINTENANCE APPROACH BASED ON VALUE)

The appearance of new players in the energy industry, as well as the increase in the last 10 years of the operational costs of nuclear generation, have led to a significant reduction in margins in an increasingly competitive environment.

This situation presents a challenge that until a few years ago was non-existent within the nuclear sector: the necessary change in the culture of organizations, which marked until a few years ago the expectation of safety and reliability at any cost.

We present below a series of aspects to consider in the search for greater efficiency, as well as technological solutions proposed by Empresarios Agrupados, as a support in this process.



Figura 1.

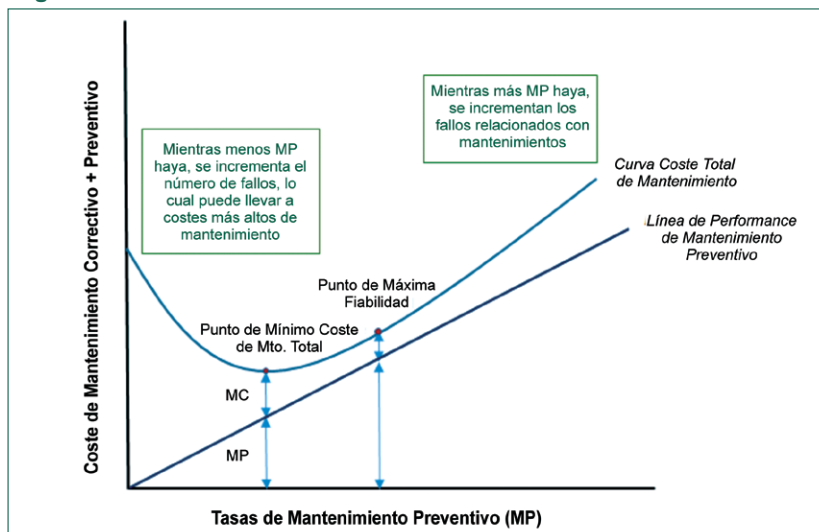


Figura 2.

el coste del mantenimiento, se estudiarán las posibles estrategias de reducción de costes.

El análisis a realizar consiste básicamente en buscar el número "ideal" de mantenimientos a realizar, en el cual se tenga un mínimo coste de mantenimiento, manteniendo un máximo nivel de fiabilidad. Estos aspectos se reflejan gráficamente en la Figura 2.

El gráfico muestra que una reducción del Mantenimiento Preventivo (MP) para minimizar costes, no da como resultado una estrategia efectiva, sino que por el contrario, puede generar nuevos costes, derivados del incremento en la tasa de

fallos de un componente, haciendo necesarios más Mantenimientos Correctivos (MC), a la vez que el componente ve reducida su fiabilidad.

Igualmente, un exceso de tareas de mantenimiento preventivo buscando una máxima fiabilidad, acaba provocando un incremento de fallos relativos al propio mantenimiento, por lo que tampoco se obtiene un resultado óptimo.

Se hace necesario, por tanto, un análisis de costes más detallado, que puede lograrse hoy en día con herramientas de software de análisis de datos intuitivas, que facilitan la toma de decisiones a partir de la información histórica registrada.

Empresarios Agrupados diseña un proyecto de optimización del Mantenimiento, conformado por tres módulos distintos:

1. **ANÁLISIS DE COSTE.** Basado en datos del ERP corporativo de la central, permite valorar el gasto realizado en el mantenimiento de la planta y detectar tendencias y factores que contribuyan a disminuirlo.
2. **PROGNOSIS y ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS.** Basado en el histórico de órdenes de trabajo, se han diseñado diversos análisis que permiten realizar mantenimiento predictivo y validar el impacto futuro de las decisiones tomadas.
3. **MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN.** Con la finalidad de reducir el mantenimiento preventivo tradicional, y utilizando como base los datos de las señales de los equipos a mantener, se presenta un sistema de alerta temprana en función de cálculos y simulaciones basados en los valores actuales y el histórico de dichas señales.

ANÁLISIS DE COSTE

Para poder efectuar un mantenimiento basado en valor es necesario conocer el coste de las intervenciones que se llevan a cabo en las centrales. Debido a lo cual, como primer paso es necesario implementar una serie de mecanismos y procesos que ayuden a la obtención de esta información y que permitan, en un futuro, la profundización de la misma para la obtención de datos todavía más detallados.

La primera tarea a realizar en este sentido, es efectuar un análisis efectivo del coste.

Su efectividad y profundidad dependerá de tres factores:

- Detalle que se quiera dar a la obtención del mismo.
- Formato, calidad y volumen de los datos de mantenimiento de la planta.
- Uso e integración del análisis resultado.

Para realizar este análisis, el enfoque de Empresarios Agrupados propone la estimación del coste desde los siguientes puntos de vista:

Horas empleadas por el personal en la ejecución de los trabajos

El primer factor que repercute en el coste del mantenimiento son las horas empleadas por el personal.

- Será necesario medir las horas empleadas en cada actuación y el personal que las realizó.
- Tomando en cuenta que no es lo mismo el coste de una actividad



programada que el de una que no lo es debido a una avería.

- También hay que valorar si se realizan descargos o desconexiones para ejecutar el trabajo.
- Se han de repercutir costes de desplazamiento si estos existiesen.

Para la obtención de estos datos, se realiza un trabajo de minería de datos de manera que la información se obtenga del ERP y aplicaciones corporativas. Como resultado de este trabajo, se tendrá un algoritmo que podrá ser configurable, de manera que pueda servir como algoritmo base para la gestión de datos y toma de decisiones.

Dicho algoritmo partirá de un dato general de coste hora hombre, dato que en una primera vuelta será constante ya que actualmente, con los datos que se manejan, no existe una correlación entre el coste real de las horas empleadas por cada ejecutor en cada actividad. A continuación, se describe la propuesta de EA para solventar este punto:

- ✓ Gestión y optimización del personal en los equipos de trabajo.

Una de las claves para la mejora en la gestión del mantenimiento radica en conocer y aplicar el nivel ocupacional de las plantillas como parte de los algoritmos de coste, así como en la optimización de la asignación y en la ejecución de las tareas.

Para ello, EA dispone de una solución informática, que permite:

- La gestión del personal en equipos encargados de cada trabajo.
- La naturaleza del personal asignado (supervisor, oficial, operario), la cual influye decisivamente en el cálculo de coste.
- La asignación de trabajos a personas y a tipos de puesto
- Integración con la aplicación de Recursos Humanos.

La utilización de una herramienta como la expuesta, permite a las organizaciones un mayor y mejor control de sus recursos, y habilita además, la generación de estimaciones de coste previsto de cada actividad existente, estimación real y diferencial para cada tarea. Datos que resultan de significativo valor para conocer con exactitud el coste laboral de los trabajos a ejecutar.

Coste de repuestos

El segundo factor que repercute en el coste del mantenimiento se refiere a los repuestos empleados durante los trabajos realizados.

- Es necesario relacionar el trabajo con los materiales empleados, sean fungibles o no.

- Asimismo, es relevante relacionar el material empleado con su información de compra, para conocer su coste.

Para ello, es necesario tomar la información de los ERP y aplicaciones corporativas, o bien adaptarlas, de manera que contemplen estos requerimientos. Estos trabajos consistirían en:

- Actualizar aplicaciones *software* (estructuras de datos, pantallas de captura y consulta de información).
- Carga de datos.
- Pruebas e implantación.

Presentación y análisis de datos

Tras la obtención del coste unitario a nivel de cada trabajo, se está en disposición de realizar un análisis exhaustivo del mismo y tomar las estrategias que se consideren oportunas para la reducción del coste total del mantenimiento.

EA ha diseñado estructuras de datos adecuadas para su explotación posterior a través de herramientas de *Business Intelligence* (Figura 3).

Resumen

A partir de los datos obtenidos en los apartados descritos con anterioridad y cruzándolos con la información existente en el ERP sobre órdenes de trabajo (OT) de mantenimiento, histórico de las mismas, datos de almacén, ..., Empresarios Agrupados propone la ejecución de los siguientes procesos:

- Creación de algoritmos para el análisis de costes.

- Creación de estructura de datos para explotación, que incluya costes a nivel de orden de trabajo.
- Creación de *Dashboards* con la evolución temporal del coste de mantenimiento de componentes.

Además, para completar y cerrar la información relativa a la ejecución de órdenes de trabajo, es posible incorporar información en el ERP, a través de nuevas funcionalidades o personalización de las ya existentes, de forma que sea posible almacenar la información relativa a la carga de horas reales asociada a la lectura de las órdenes de trabajo.

Entre las funcionalidades adicionales, es posible incorporar una gestión del coste de equipos de trabajo asociados a los puestos de trabajo, permitiendo, tanto un mayor control y optimización de la gestión de las órdenes de trabajo, como una mejora en la generación de notas de encargo y pedidos.

PROGNOSIS Y ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS

Complementando el análisis del coste, a continuación, se propone efectuar un estudio y análisis de las estrategias a llevar a cabo que permitan realizar una predicción de futuras acciones correctivas y una validación de las decisiones tomadas con el impacto en las predicciones anteriormente mencionadas.

Para ellos se propone la generación de los algoritmos convenientes para la obtención de estos datos. Además, Empresarios Agrupados

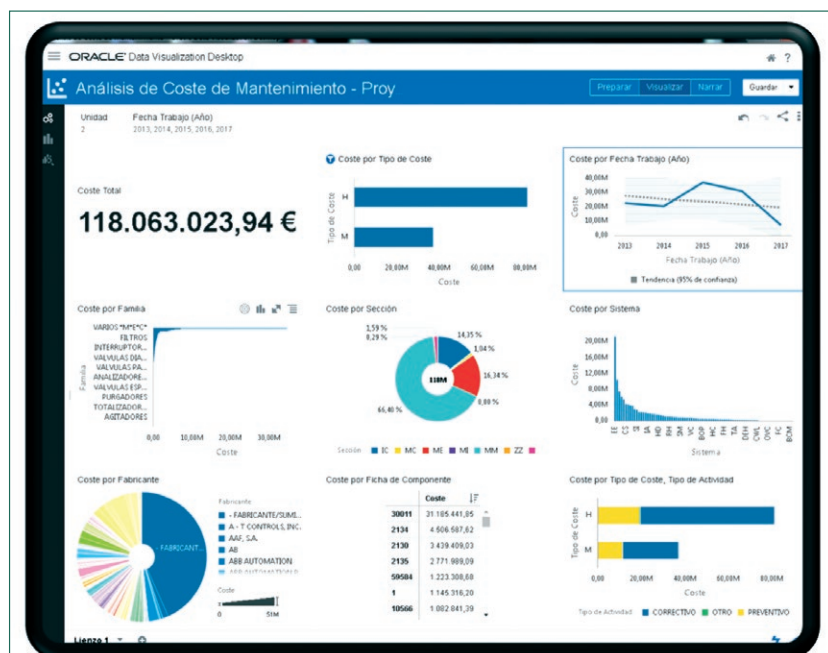


Figura 3.



Figura 4.

dispone de herramientas para la realización de análisis exhaustivos sobre el impacto de las estrategias planteadas, herramientas que cruzadas con la información conveniente aportan valor para la decisión de alargar las gamas de mantenimiento, en caso de que sea necesario:

- Regla de Mantenimiento. Mide la efectividad de los programas de mantenimiento sobre las estructuras funcionales de planta.
- Predicción sobre las actuaciones correctivas basándose en el histórico de órdenes de trabajo del mantenimiento.
- Búsqueda y análisis de correlaciones entre elementos cuantitativos, haciendo hincapié en la frecuencia del mantenimiento preventivo.
- Análisis de estrategias planteadas mediante algoritmos de aprendizaje avanzados y árboles neurales.

- Proporciona documentación de forma que los algoritmos y conclusiones puedan ser reproducidos por el cliente (Figura 4).

MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONDICIÓN

Una vez todos los mecanismos anteriormente descritos han sido implementados adecuadamente, la estrategia final para la optimización del mantenimiento consiste en la transformación paulatina del mantenimiento preventivo tradicional por otro basado en la condición del equipo (Figura 5).

Empresarios Agrupados, con la experiencia de su grupo de Ingeniería, ofrece la creación de Indicadores clave del desempeño (KPI) a nivel de equipo, tramo funcional y sistema que permiten un control y monitorización exhaustiva del estado de la planta.

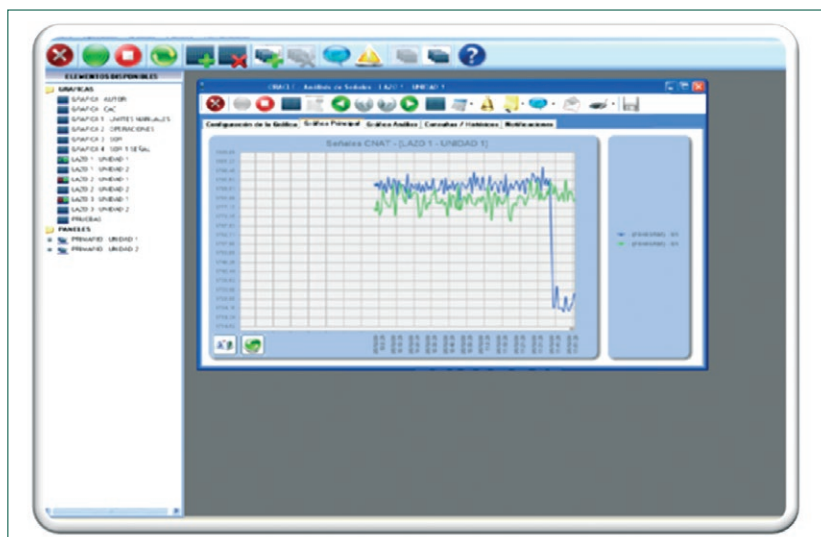


Figura 5.

La solución se alimenta de información de:

- Señales de los equipos.
- Funciones de cálculo y agrupación de dichas señales.
- Aplicaciones del ERP de la planta:
 - Monitorización de riesgos,
 - Libros de operación,
 - Descargos,
 - Análisis Probabilista de Seguridad (APS),
 - Regla de mantenimiento

Parte de estos KPI tendrán asociados umbrales de funcionamiento que crearán un sistema de alertas tempranas que permita la generación de órdenes de trabajo cuando se sobrepase dichos umbrales, no haciendo necesario, o al menos reduciéndolo, el mantenimiento preventivo y disminuyendo así las actuaciones sobre los equipos.

CONCLUSIONES

Se han presentado algunas herramientas diseñadas por Empresarios Agrupados, que tienen como objetivo principal el apoyo en la implementación de estrategias más efectivas de mantenimiento preventivo sobre componentes no críticos. Tomando en cuenta que las estrategias adoptadas buscan mantener los niveles de fiabilidad y seguridad requeridos en las plantas, además de cumplir con las regulaciones correspondientes, y representar una ayuda en la reducción de costes y en la planificación óptima de las tareas de mantenimiento.

No obstante, es preciso tener en cuenta que estas herramientas son solo un soporte; el auténtico motor del cambio cultural requerido para el éxito de cualquier iniciativa tecnológica, se fundamenta en:

- El liderazgo y apoyo permanente de la Dirección, así como el compromiso hacia el proyecto por parte de todas las unidades organizativas.
- La adecuada gestión del cambio, que conlleva nuevos procedimientos, nuevas guías, y una nueva forma de trabajo del personal
- Un alcance bien definido de cada fase de implementación.
- El apoyo de expertos, tanto externos, como personal de la planta, que apoyen durante todo el proceso de cambio.

Solo así, con una organización realmente comprometida, y con sólidas iniciativas de modernización y eficiencia a través del uso de la tecnología, se puede impulsar un cambio de la magnitud del que nuestro sector requiere ante los retos de la industria energética de hoy. ■