

## **Optimización de la gestión del patrimonio de las plantas de tratamiento de aguas**

*Jean-Pierre HANGOUËT, Zoubir AÏT MANSOUR, Bénédicte GUY  
Degrémont, Centro Técnico de Gestión de Activos a nivel de Planta*

Palabras clave: Explotación, Mantenimiento, Contrato, Renovación, Patrimonio, Gestión de activos, Planta, Tratamiento, Agua, Saneamiento, Residuos, Delegación, Disponibilidad, PAS 55, ISO 55001.

### **Resumen:**

Las plantas de tratamiento de agua son a menudo un patrimonio de un valor considerable movilizado durante varias décadas. Los propietarios de estas instalaciones, los cuales delegan su gestión, desean legítimamente un “buen precio”, así como tener la seguridad de que el patrimonio confiado se conserve de acuerdo con sus expectativas.

Mediante tres indicadores clave basados en el rendimiento económico, técnico y organizativo de una planta de tratamiento de aguas es posible evaluar la política de mantenimiento implementada. En la fase de licitación, este enfoque permite identificar la mejor relación “calidad-precio”. En la fase de producción, es posible detectar vías de progreso para mejorar las prácticas y, por tanto, el rendimiento técnico y económico de la planta analizada. De hecho, la observación de los resultados obtenidos en diferentes plantas muestra que la más rentable a nivel técnico también es la más económica gracias a la madurez de su organización. Por tanto, ahorro y calidad son compatibles y accesibles para las organizaciones efectivas.

Asimismo, cuando se define una política, es necesario verificar periódicamente su eficacia y el progreso que genera. Esto es posible mediante el establecimiento de objetivos de resultados, basados en la disponibilidad de la planta, junto con un objetivo de medios de la aplicación de la certificación ISO 55001. De este modo se puede dejar al proveedor la oportunidad de optimizar sus actividades al tiempo que garantiza que el patrimonio se mantiene de acuerdo con las expectativas de su cliente. En tal caso, se reúnen todas las condiciones de una relación duradera que beneficie a ambas partes.

---

### **1. Introducción:**

Degrémont explota 250 plantas de tratamiento de agua que suministran agua potable a 20 millones de habitantes y tratan las aguas residuales producidas por dicha población. Esta actividad, desarrollada en más de 20 países, conlleva dar respuesta a las demandas de los clientes en ámbitos técnicos y contractuales muy diversos.

Sin embargo, independientemente del contexto, nuestros clientes casi siempre hacen la misma pregunta: “¿Cuál será el estado de la planta que le confío cuando me la devuelva al finalizar el contrato que nos vincula?”

Esta pregunta revela una preocupación legítima, sobre todo cuando el contrato se adjudica a la oferta más baja. En este caso, el cliente puede tener miedo de que su prestador de servicios quiera ahorrar a costa de la conservación del patrimonio confiado. En los casos más convenientes, en los que el contrato se adjudica al mejor postor, la cuestión es cómo medir objetivamente la calidad del servicio prestado y su cumplimiento contractual.

La optimización de los costes de mantenimiento (no solo mantenimiento preventivo, sino también de reparaciones y de renovación) es esencial, ya que dichos costes representan una parte significativa de los gastos de explotación generales de una planta de tratamiento de agua. A la hora de adjudicar un contrato, si dichos costes se estiman por exceso, existe el riesgo de que el proveedor no obtenga la licitación por falta de competitividad y, en el caso del cliente que, a pesar de todo, le adjudicase el contrato, el riesgo de gastar más de lo estrictamente necesario. Por el contrario, si la estimación es por defecto, el proveedor asume el riesgo de trabajar sin cubrir costes y el cliente de ver su patrimonio deteriorarse si el proveedor no hace lo que debe hacer para controlar sus gastos.

Para evitar ese riesgo, algunos clientes tratan de protegerse por medio de disposiciones contractuales vinculantes como, por ejemplo, la imposición de un programa de renovación previamente definido. Este tipo de disposiciones, aunque comprensibles, no son satisfactorias. De hecho, existen muchos factores que entran en juego y que son interdependientes. La política de renovación, por ejemplo, no se puede separar de la política de mantenimiento que, a su vez, se ve afectada por las modalidades de explotación, sin mencionar las contingencias inevitables. La definición de programas preestablecidos es ciertamente antinómica, o al menos un obstáculo para la implantación de una política optimizada.

Por consiguiente, el reto consiste en disponer de herramientas que permitan ajustar la gestión del patrimonio siempre que sea necesario, lo que conlleva establecer una relación de confianza basada en la transparencia a través de herramientas y métodos compartidos.

En este artículo se presenta el enfoque seguido por Degrémont a la hora de:

- Cuantificar de la manera más precisa las prestaciones de mantenimiento (ni demasiado, ni demasiado poco).
- Disponer de elementos de comparación entre las diferentes plantas operadas para compartir las mejores prácticas e implementar acciones de mejora.
- Asegurarse de que las políticas de gestión del patrimonio implementadas responden a las expectativas de los clientes propietarios de las instalaciones.

## **2. Evaluación de la eficiencia de una política de mantenimiento:**

Para evaluar una política de mantenimiento, hay una multitud de posibles indicadores disponibles. La cuestión está en determinar cuáles son los indicadores clave que se deben utilizar. El propósito es evitar su multiplicación para no dispersar aquellos que permiten tomar decisiones perder los políticos por una profusión de información ya que, como dice el refrán, “demasiada información mata la información”.

Estos indicadores, cuyo número es limitado, deben proporcionar elementos de reflexión suficientes para:

- Comparar diferentes plantas a nivel internacional.
- Elaborar un diagnóstico de forma objetiva.
- Identificar las mejores prácticas.
- Proponer acciones de mejora eficaces y realistas.

Para cubrir de manera amplia el tema en su conjunto, hemos retenido tres indicadores clave:

- El rendimiento económico.
- El rendimiento organizativo.
- El rendimiento técnico.

### 2.1 Indicador de rendimiento económico:

En el marco de este enfoque, un indicador económico resulta ineludible. Hemos optado por un indicador utilizado frecuentemente por la profesión, a saber, el ratio tipo E1, tal y como se define en la norma NF EN 15341 de junio de 2007:

$$\frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Valores de reposición de los equipos}}$$

*Nota: Hemos decidido no considerar un indicador económico basado en los costes de mantenimiento en relación a la producción (€/m<sup>3</sup> tratado, €/tonelada de residuos producidos, etc.) porque las plantas a nuestro cargo implementan procesos con equipos muy diferentes (tratamiento de agua potable, estaciones depuradoras, etc.) para los que la comparación de los resultados no habría sido pertinente. No obstante, este tipo de indicador es útil para seguir la evolución en el tiempo de los costes relacionados con el mantenimiento de una misma planta, especialmente cuando el nivel de producción varía significativamente.*

El indicador que hemos retenido se utiliza desde hace tiempo para comparar diferentes industrias e identificar las más rentables. En los años 80, un estudio llevado a cabo por cuenta de DU PONT DE NEMOURS mostró que las políticas de mantenimiento más eficientes del mundo (BOB: acrónimo de *Best Of the Best*) permitían alcanzar un ratio comprendido entre el 2% y el 4%:

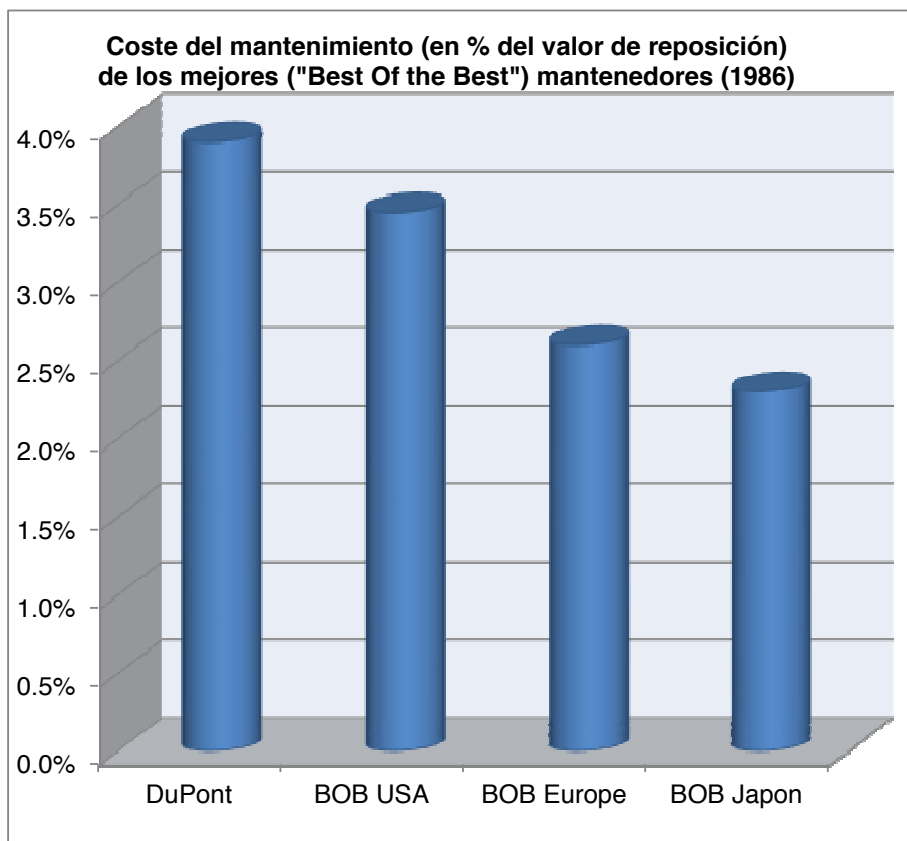


Gráfico 1

Hemos calculado este indicador tanto en plantas de tratamiento de aguas que explotamos como en otras plantas que requieren nuestros servicios en el marco de trabajos de consultoría. El gráfico y la tabla que figuran a continuación muestran los resultados obtenidos en nueve plantas de producción de agua o de depuración en siete países:

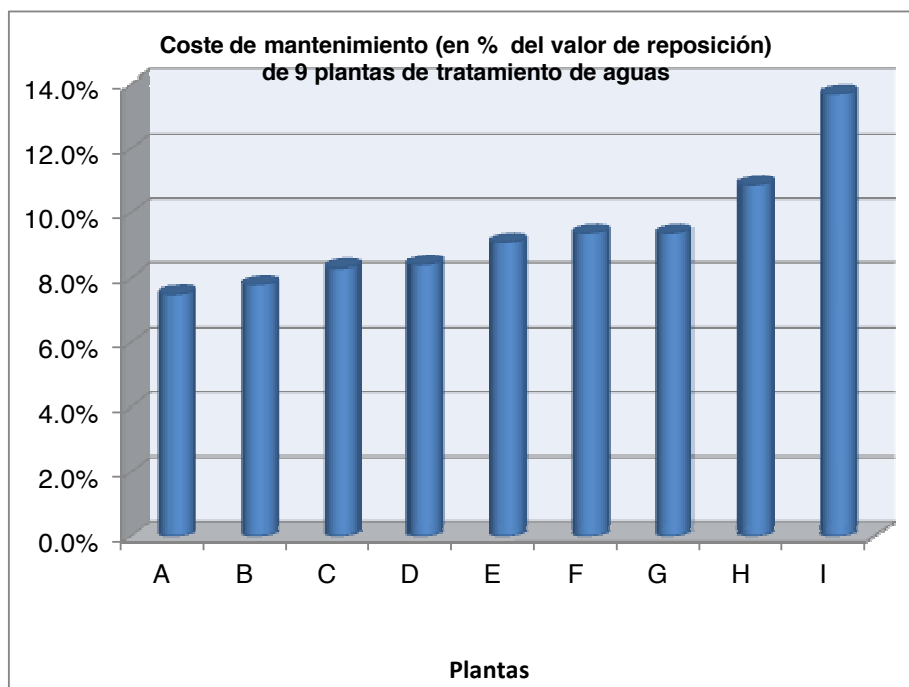


Gráfico 2

Podemos constatar que en el caso de estas plantas de tratamiento de aguas, el indicador de rendimiento económico varía entre el 7,5% y el 13,7%, y que la más eficiente, con un porcentaje del 7,5%, está muy lejos de las plantas más eficientes del estudio realizado para DU PONT DE NEMOURS.

Para explicar esta diferencia, más allá de los treinta años que nos separan de dicho estudio, hemos identificado tres razones principales:

*2.1.1 Fuente de diferencia nº1: El mantenimiento de las plantas estudiadas se puede optimizar*

Por definición, una política de mantenimiento es susceptible de mejora, y para las plantas estudiadas, sobre todo las que muestran un porcentaje superior al 10%, tienen sin lugar a dudas un gran margen de mejora. En el caso de las más eficientes, seguramente podrían aún aportarse mejoras, sin embargo, otras razones explican la gran diferencia que existe.

*2.1.2 Fuente de diferencia nº2: Este indicador económico está sujeto a imprecisiones.*

Basta con empezar a calcular este indicador para darse cuenta de que la tarea no es tan simple como parece. De hecho, existen numerosas causas de incertidumbre. Por ejemplo, en el caso del denominador, no siempre es fácil de obtener el valor de los equipos instalados y su actualización. En el caso del numerador, las contabilidades analíticas no están todas estructuradas de la misma manera, por lo que la “reconstitución” de los costes es también una fuente de aproximaciones.

Por último, y a pesar de que el método de cálculo del indicador E1 se precisa en la norma, no tenemos la certeza de que los parámetros que se tienen en cuenta sean estrictamente comparables entre estudios. Por ejemplo, en nuestro cálculo, hemos optado por:

- excluir el valor de la ingeniería civil, de tanques y tuberías que, en general, representan alrededor del 50% del coste de las plantas. En efecto, como las acciones de mantenimiento electromecánico tienen un impacto de gran importancia en los equipos, hemos considerado que era necesario centrarse en ellos. Además, con esto se logra que el indicador sea más sensible;
- incluir los costes de renovación de los equipos en el coste total del mantenimiento. En las actividades del agua, a menudo se hace una distinción entre “mantenimiento” y “renovación”. Hemos considerado que esta distinción, que puede tener sentido por razones contractuales, no tiene ninguno desde un punto de vista técnico.

Estas dos opciones, que aumentan el valor del numerador y disminuyen el valor del denominador, pueden explicar los valores relativamente altos que hemos obtenido en comparación con los del estudio para DU PONT DE NEMOURS. Esto ilustra el hecho de que es posible comparar diferentes plantas entre ellas, siempre que el estudio se lleve a cabo utilizando los mismos métodos de cálculo y por la misma entidad evaluadora. Las comparaciones que no cumplan mínimamente estos dos criterios pueden llevar a conclusiones erróneas.

### *2.1.3 Fuente de diferencia n°3: El indicador económico es incompleto.*

Para comparar de forma pertinente las diferentes organizaciones, el enfoque económico es necesario, pero no suficiente. Para delimitar correctamente la eficiencia de una política de mantenimiento, es necesario comprender otros factores vinculados a:

- la propensión de la organización a ser eficaz,
- la calidad del servicio prestado.

## 2.2 Indicador de rendimiento organizativo:

### *2.2.1 Principios:*

Para evaluar los resultados económicos de una organización en términos de mantenimiento, es importante conocer el contexto en el que opera. Este contexto depende de factores internos y externos específicos a cada planta que varían, en particular, en función del contrato en vigor y de los recursos disponibles.

Por ejemplo, en términos de recursos disponibles, en los países desarrollados, el equipo de mantenimiento tiene fácil acceso a una mano de obra cualificada. Está rodeado por subcontratistas especializados, en la medida que sea necesario, y el suministro de piezas de repuesto es fiable. En algunos países en desarrollo, la mano de obra y los subcontratistas cualificados próximos a la planta son escasos y, a veces, el suministro de piezas es aleatorio. En los países desarrollados a menudo se prefieren equipos clasificados pero reducidos, recurriéndose con frecuencia a la subcontratación, mientras que en los países en desarrollo, los equipos formados in situ tienden a ser más numerosos para funcionar de manera más autárquica.

En cuanto al tipo de contrato, los equipos disponen de márgenes de maniobra más o menos importantes que les dan la oportunidad o no de implementar una política optimizada. Por ejemplo, en materia de renovación, algunos equipos definen por cuenta propia una política por “bajo su propio y riesgo propios”, mientras que en otros contratos esta política está más o menos enmarcada, e incluso excluida en ciertos casos.

Por tanto, es obvio que, dependiendo del contexto “país”, “contrato” u otro, los recursos disponibles difieren. Las estrategias desarrolladas deben adaptarse en consecuencia y el potencial de rendimiento global va a cambiar de una planta a otra.

El propósito de este indicador de rendimiento organizativo es por lo tanto analizar la tendencia de la organización de mantenimiento de la planta estudiada a ser eficiente teniendo en cuenta su entorno, el tipo de contrato en vigor, el personal disponible, la organización implementada, las herramientas y los métodos utilizados, etc.

Para elaborar este indicador, se realiza un cuestionario de cerca de cincuenta preguntas como mínimo a tres personas por separado (el director de la planta, el responsable de mantenimiento “proveedor interno”, el responsable de explotación “cliente interno”). El experto encargado de realizar el cálculo de este indicador establece una puntuación de 100 puntos después de un último intercambio común con todas las personas que han respondido al cuestionario para ajustar sus respuestas.

### 2.2.2 Ejemplos de resultados:

Este método, aplicado a la muestra de plantas de tratamiento de aguas incluida en el capítulo anterior, da el siguiente resultado:

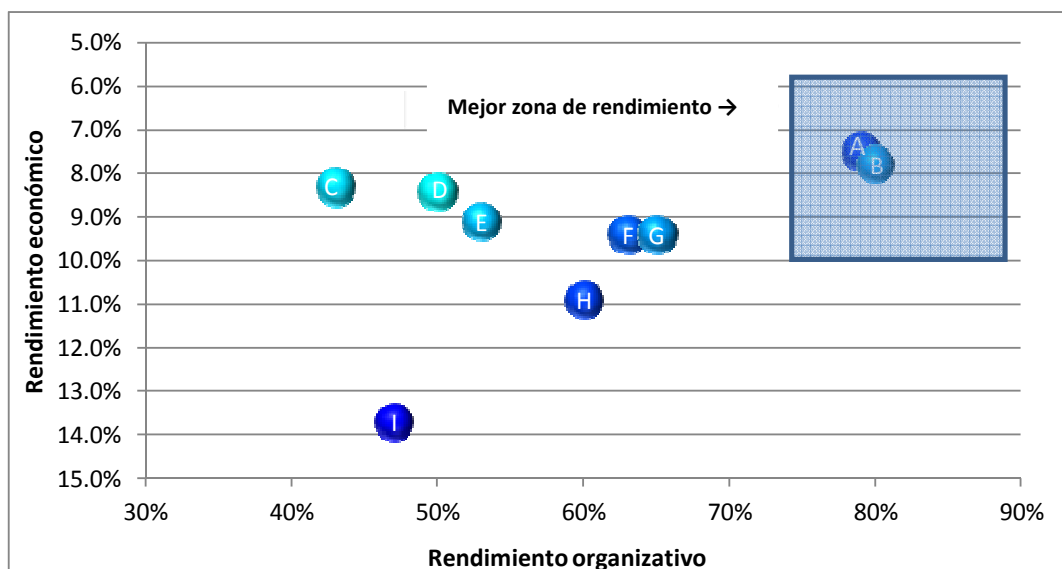


Gráfico 3

Aunque las plantas más eficaces a nivel organizativo, es decir, aquellas que son más rentables desde un punto de vista económico (plantas A y B), este gráfico no revela una clara correlación entre estos dos indicadores.

Es cierto que en esta etapa no tomamos en cuenta el resultado efectivo de la política de mantenimiento expresado por el rendimiento técnico que se describe a continuación.

### 2.3 Indicador de rendimiento técnico:

#### 2.3.1 Principios:

Este indicador de resultado tiene como objetivo evaluar el nivel de conservación de la planta con el fin de evaluar de la mejor manera posible, con el indicador de rendimiento organizativo y el indicador de rendimiento económico, el nivel global de rendimiento de la función de mantenimiento.

El nivel de conservación de la planta se define como la media de su edad y su estado. La edad de la planta se expresa como porcentaje de su vida útil. El estado de la planta se obtiene realizando la media del estado de sus equipos ponderada por sus valores. El estado de los equipos es evaluado de acuerdo con los siguientes cuatro criterios:

- Fiabilidad (frecuencia de fallos),
- Rendimiento (capacidad para realizar la función),
- Signos externos de degradación (corrosión, fugas, etc.),
- Obsolescencia (falta de disponibilidad de las piezas, capacidad de reparar, etc.).

El nivel de conservación de la planta se puede representar de acuerdo con la siguiente tabla:

Conservación de la planta		Edad de la planta (en % de su vida útil)			
		Nueva (< 20%)	Reciente (20% al 50%)	Madura (51% al 100%)	Vieja (>100%)
Estado de la planta (%)	Excelente (> 75%)			Conservación 75%	
	Buena (entre el 51% y el 75%)		Conservación 50%		
	Correcta (entre el 26% y el 50%)	Conservación 25%			
	Insuficiente (< 25%)				

Tabla 1

Este indicador técnico relativo a la evaluación de la conservación de la planta tiene como objeto evitar interpretaciones sesgadas cuando solo se tiene en cuenta la edad o el estado de una planta. En efecto, para decidir sobre el nivel de conservación de una instalación, hay que tener en cuenta tanto la edad como el estado. Por ejemplo:

- Una planta nueva y en excelentes condiciones es el reflejo de una situación normal, mientras que una planta nueva en un estado insuficiente es el reflejo de una construcción de mala calidad o de una función de mantenimiento deficiente e incluso inexistente.
- Una planta al final de su vida útil en estado insuficiente puede ser indudablemente aceptable (en la medida en que sea el resultado de una política deliberada porque otra instalación debe tomar el relevo).
- Una planta vieja en excelente estado puede ser testigo de una función de mantenimiento eficiente o de una “sobrecalidad”.
- Etc.

Por tanto, se pueden considerar diferentes estrategias de conservación de la planta en función de la demanda del cliente propietario de la misma:

Conservación de la planta		Edad de la planta (en % de su vida útil)			
		Nueva (< 20%)	Reciente (20% al 50%)	Madura (51% al 100%)	Vieja (>100%)
Estado de la planta	Excelente (> 75%)				
	Buena (entre el 51% y el 75%)				②
	Correcta (entre el 26% y el 50%)				
	Insuficiente (< 25%)		③		①

Tabla 2

Ejemplos de estrategias:

- Estrategia 1: Planta que “representa su edad”. La planta se mantiene en un nivel de conservación correcto para su edad, ya que se prevé su renovación cuando llegue al final de su vida útil.
- Estrategia 2: Planta que “no representa su edad”. El objetivo es que la planta tenga una vida útil lo más larga posible. Esta situación se da regularmente en plantas de tratamiento de aguas cuya capacidad y calidad de tratamiento siempre satisfacen las necesidades, a veces más de cincuenta años después de su construcción.
- Estrategia 3: Planta “mayor que su edad”. Este objetivo, que a primera vista parece sorprendente, se puede marcar, por ejemplo, cuando la planta debe realizar su función durante un tiempo limitado. Este caso puede darse, por ejemplo, en el tratamiento de efluentes procedentes de un yacimiento mineral temporal cuya cantidad de agua a tratar se reducirá gradualmente. En este caso, puede decidirse deliberadamente mantener “de forma insuficiente” determinados equipos a sabiendas de que será posible “canibalizar” parte de la planta para mantener la parte operativa restante.

De hecho, no hay una estrategia errónea o acertada correcta o incorrecta sino estrategias adaptadas o no a las necesidades y a la evolución a largo plazo.

### 2.3.2 Ejemplos de resultados:

El siguiente gráfico muestra los niveles de conservación de las plantas que pertenecen a la muestra presentada anteriormente:



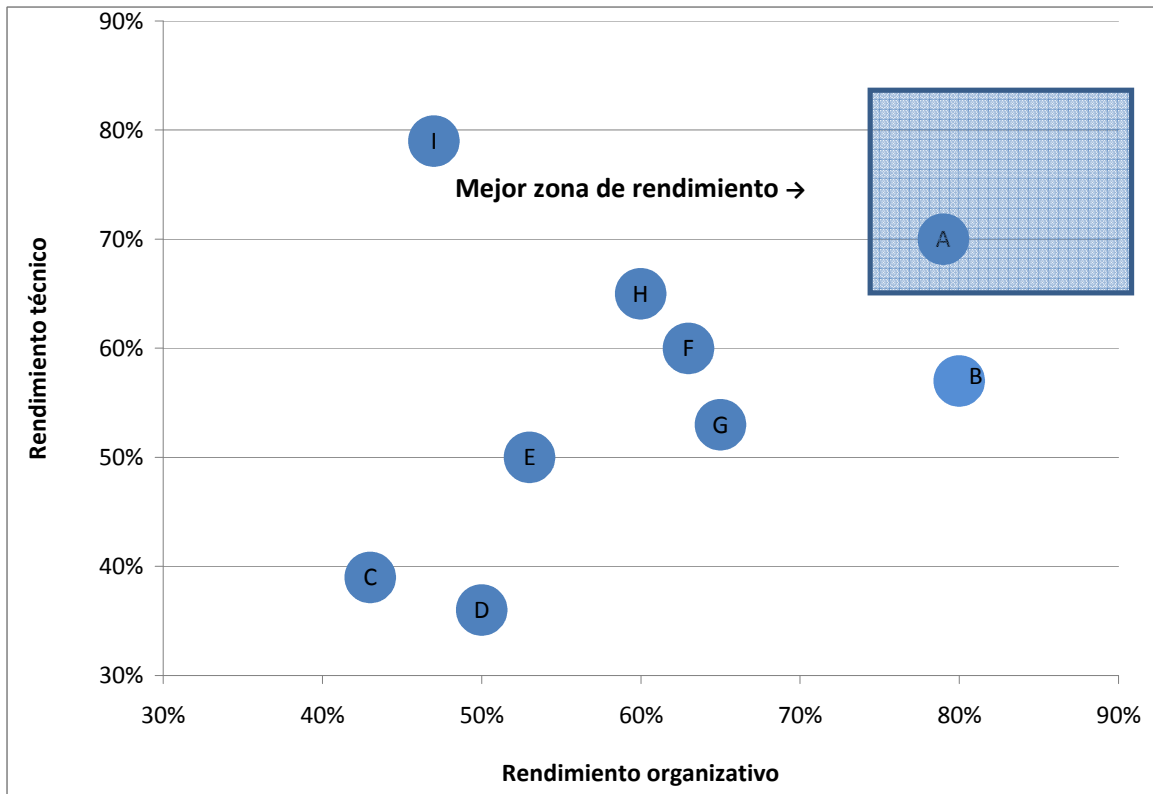


Gráfico 4

Constatamos que el rendimiento técnico es generalmente influenciado por el rendimiento organizativo (con la excepción de la planta I y, en menor medida, de la planta B, cuyos casos particulares se explican en el párrafo siguiente).

Este gráfico muestra un hecho que ya conocen los profesionales del mantenimiento, a saber, que la organización afecta en gran medida al nivel de conservación de una planta con un coste dado.

#### 2.4 Análisis combinado de los tres indicadores de rendimiento:

Hemos observado una fuerte relación entre el rendimiento técnico y el rendimiento organizativo, no así entre el rendimiento económico y el rendimiento organizativo.

En el gráfico 3 anterior, las plantas C, D, E, F y G muestran rendimientos económicos próximos (entre el 8% y el 10%) para una amplia gama de rendimiento organizativo (entre el 40% y el 70%).

A continuación, hemos reproducido el mismo gráfico asignando a cada planta un color correspondiente a su rendimiento técnico:

Planta	Rendimiento		
	Organizativo	Técnico	Económico
I	47%	79%	13,7%
A	79%	70%	7,5%
H	60%	65%	10,9%
F	63%	60%	9,4%
B	80%	57%	7,8%
G	65%	53%	9,4%
E	53%	50%	9,1%
C	43%	39%	8,3%
D	50%	36%	8,4%

Tabla 3

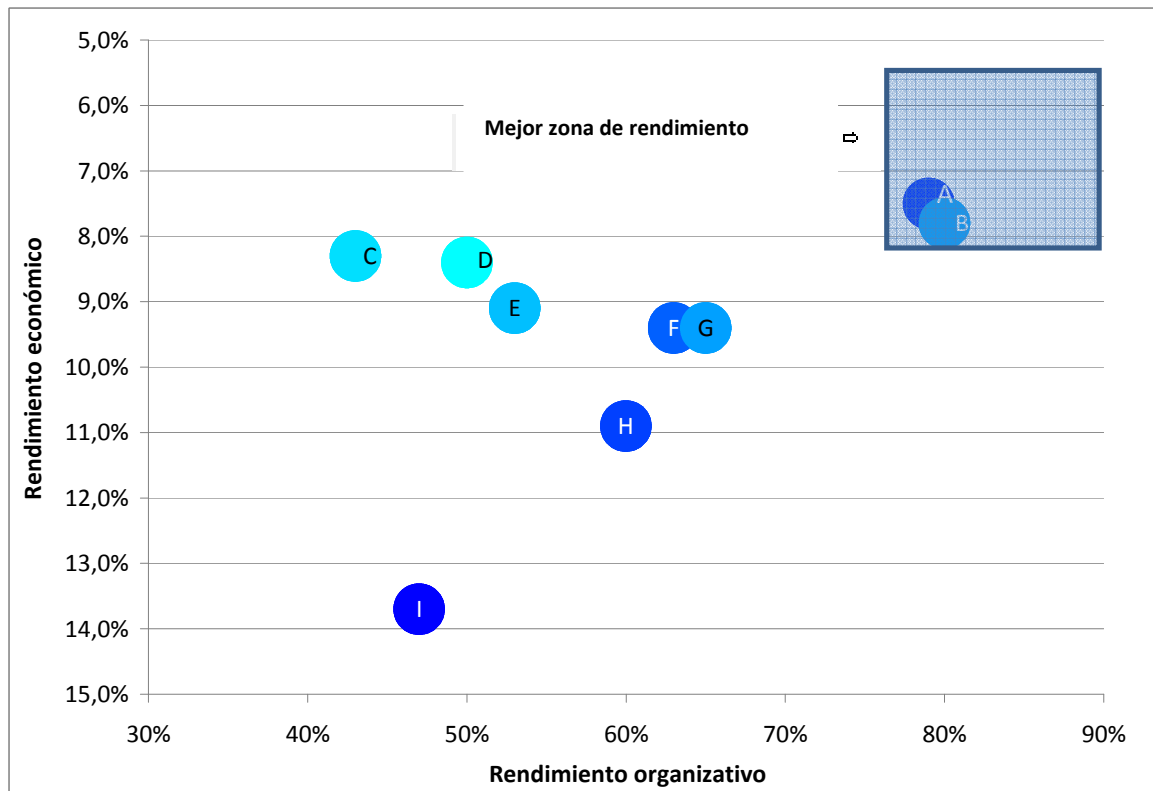


Gráfico 5

Vemos que la planta I no es tan inusual como parecía hasta ahora. De hecho, su buen rendimiento técnico está garantizado a pesar del bajo rendimiento organizativo a costa de un pobre rendimiento económico.

En cuanto a la planta B, y a pesar que su rendimiento organizativo y su rendimiento económico son equivalentes a los de la planta A, su rendimiento técnico es menor. De hecho, la lógica y el método de cálculo del rendimiento técnico (nivel de conservación = media de la edad y del estado) hacen que la obtención de un alto nivel de conservación sea más difícil para una planta reciente, lo que sucede en el caso de la planta B (7 años frente a 20 años). Sin embargo, podemos pensar que si la política patrimonial actual de la planta B se mantiene, es muy probable que su nivel de conservación mejore automáticamente hasta alcanzar el de la planta A.

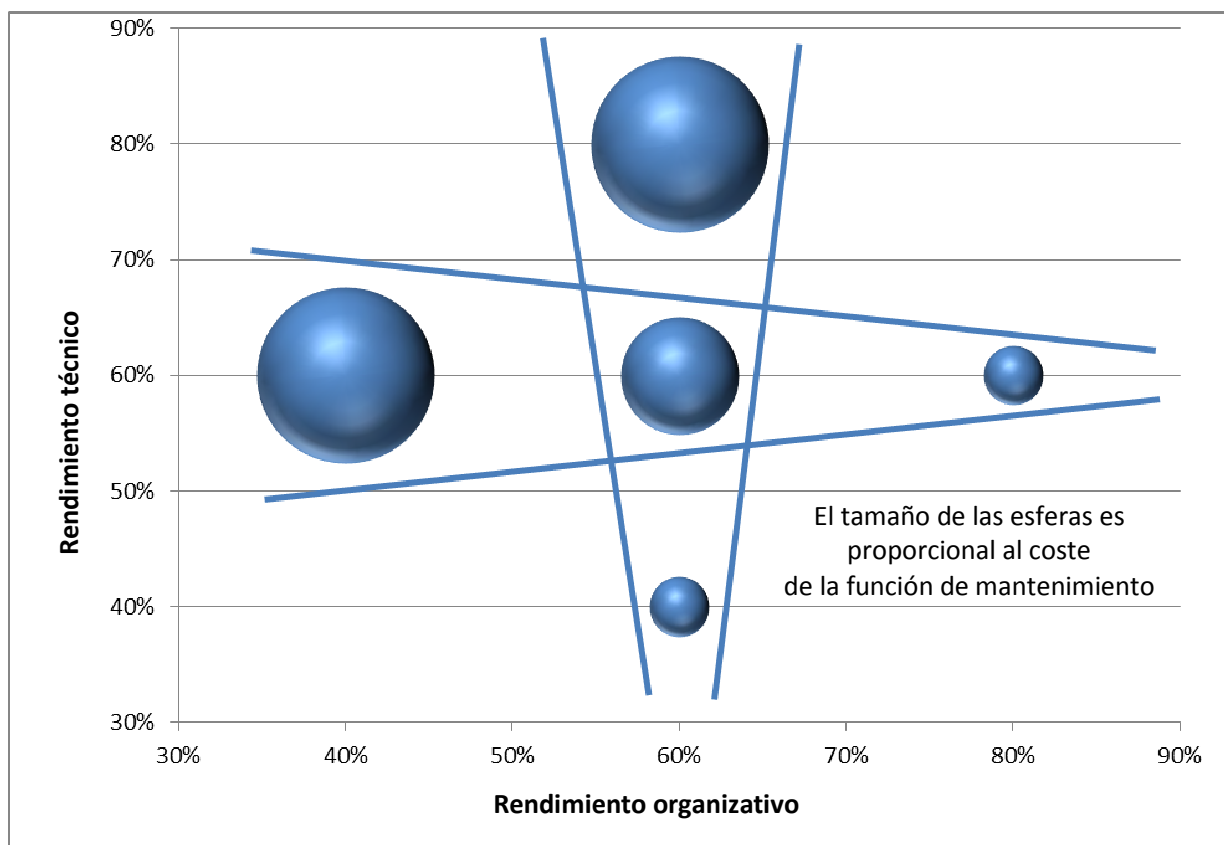
Por otro lado, las plantas C y D muestran un rendimiento económico correcto a pesar del bajo rendimiento organizativo, pero, como se ve en el gráfico 4, a expensas de un mal rendimiento técnico. Con un rendimiento organizativo constante, habría que reducir el rendimiento económico de estas plantas para mejorar el rendimiento técnico, y con un rendimiento económico constante mejorar el rendimiento organizativo para mejorar el rendimiento técnico.

Por último, la planta A es la más eficiente. Con el mejor rendimiento organizativo, y a pesar de sus 20 años, obtiene la mayor puntuación en rendimiento técnico y en rendimiento económico.

*Nota: más allá de este análisis de datos, no hay que olvidar que a pesar de todas las precauciones tomadas para asegurar que estos indicadores sean comparables entre plantas (mismo método de cálculo, mismo tipo de industria, etc.), la calidad de los resultados depende la calidad de los datos disponibles. Como inevitablemente están sujetos a errores, conviene evaluar los órdenes de magnitud en lugar de los valores exactos calculados. "El Arte de la Ingeniería" es razonar de forma acertada con datos inciertos.*

En resumen, podemos decir que para una planta dada (es decir, de edad equivalente) y un rendimiento técnico constante, la reducción de costes solo es posible a través de una mejora del rendimiento organizativo previo. Por el contrario, una reducción previa de los costes sin mejora del rendimiento organizativo puede deteriorar el rendimiento técnico y, por lo tanto, generar gastos adicionales más adelante si queremos mantener dicho rendimiento técnico. Este análisis permite evitar un ahorro a corto plazo que genera gastos a largo plazo.

El gráfico siguiente resume este argumento:



Esta interpretación conjunta de estos tres indicadores de rendimiento muestra que el rendimiento organizativo es una herramienta esencial para la mejora sostenible del rendimiento técnico y el rendimiento económico.

### 2.5 Ventajas y limitaciones de este enfoque:

Este enfoque sintético tiene la ventaja de poder definir el rendimiento global de una planta con tan solo tres indicadores que exploran tres “dimensiones” diferentes.

En fase de explotación, permite establecer metas alcanzables y específicas a las plantas para ayudarles a progresar, y a nivel de una oferta, cuantificar el punto de funcionamiento óptimo en función del contexto local. Con esta herramienta, es posible cuantificar prestaciones tanto rentables como competitivas para satisfacer de manera sostenible las expectativas de los clientes.

Este enfoque también es valioso para comparar plantas entre sí con el fin de optimizar sus funciones de mantenimiento mediante el intercambio de las mejores prácticas. Además, el hecho de contar con instalaciones de referencia, con diferentes niveles de rendimiento, permite ofrecer a las plantas analizadas un desarrollo realista adoptando “puntos de encuentro” reales. Sin embargo, la comparación entre plantas tiene límites, debido entre otras cosas al sesgo introducido por el hecho de que el diseño de las plantas difiere en la mayoría de los casos. Por lo tanto, hay que tener en cuenta que la mejor comparación posible es la de la planta estudiada en relación con ella misma, y que el objetivo final es garantizar que su rendimiento es parte de un proceso de mejora continua.

De este modo, respondemos a dos de los objetivos planteados en la introducción (cuantificar de la manera más precisa y disponer de elementos de comparación), pero no al tercero cuyo propósito es asegurarse de que las políticas de gestión del patrimonio implementadas responden a las expectativas de los clientes propietarios de las instalaciones.

De hecho, esta metodología se inscribe en una estrategia de conocimientos que implica los siguientes límites:

- Se trata de estudios puntuales que, sin duda, pueden volver a realizarse regularmente, pero que se deben espaciar aunque solo sea para dar tiempo a las políticas implementadas de surtir efecto (inercia estructural de las plantas). Sin embargo, una planta necesita indicadores frecuentes para comprobar que vaya por el buen camino, sin esperar meses o incluso años para estar seguros o para detectar lo antes posible las ineficiencias y hacer las correcciones necesarias.
- Este enfoque permite al proveedor definir lo más objetivamente posible una política optimizada, sin embargo, no puede permitirle responder simultáneamente a las necesidades de su cliente de tener una opinión independiente, ya que sería “juez y parte”.

### **3. Las claves de un enfoque objetivo y transparente:**

Una vez que el cliente y el proveedor están obligados por un contrato, les conviene establecer una relación de confianza que garantice una cooperación fructífera y por lo tanto sostenible en beneficio de ambas partes. Para que este tipo de relación no sea tan solo una declaración de intenciones, deben emplearse medios adecuados y medir regularmente los efectos.

La demanda legítima de cualquier cliente es recibir el mejor servicio posible al mejor precio. El mejor precio se puede obtener a través de un procedimiento de licitación. Por el contrario, en cuanto a la calidad del servicio, el cliente no puede confiar únicamente en el asesoramiento técnico de su proveedor, incluso si se trata de un actor clave de la gestión del patrimonio confiado.

En estas condiciones, tenemos que encontrar una manera de garantizar objetivamente que:

- La estrategia y los medios empleados se adaptan.
- El servicio prestado permite conservar el patrimonio en el estado deseado por el cliente.

La idea retenida es la creación de indicadores sintéticos a nivel de planta sobre la base de los comúnmente utilizados a nivel de equipos.

*Nota: se ha decidido no utilizar un indicador muy clásico como la tasa de rendimiento sintético (TRS). De hecho, el diseño de las plantas de tratamiento de aguas incluye numerosas redundancias: la TRS no es lo suficientemente sensible a nivel global como para reflejar la disponibilidad real de cada equipo. Además, en muchos casos, y en particular en el caso del tratamiento de aguas residuales, la cantidad realmente tratada no depende necesariamente de la disponibilidad de los equipos o de su rendimiento. Por ejemplo, un periodo de sequía basta para reducir dicha cantidad, sin que por ello haya que cuestionarse la calidad de la función de mantenimiento.*

### 3.1 La tasa de disponibilidad sintética:

Lo ideal sería disponer de un indicador de medición objetivo del nivel de conservación del patrimonio. La objetividad indiscutible de este indicador es probablemente inalcanzable, pero dada su importancia, es esencial tratar de acercarse.

También es necesario que se pueda calcular de forma automática y producirlo tantas veces como sea necesario para seguir su evolución y comprobar la conveniencia de la política implementada.

Teniendo en cuenta que el principal propósito de la función de mantenimiento es hacer que los equipos estén disponibles para la función de producción, recomendamos el seguimiento de una “tasa de disponibilidad sintética” (TDS) de la planta. Para dar peso a los equipos estratégicos de la planta, esta TDS se puede calcular como la media ponderada de la disponibilidad de cada equipo por su valor y su nivel de criticidad. Esta ponderación permite, asimismo, hacer que la TDS sea más sensible que una simple media.

$$TDS = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i \cdot C_i \cdot V_i)}{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot V_i)}$$

Donde  $D_i$ ,  $C_i$  y  $V_i$  son respectivamente la disponibilidad, la criticidad y el valor de cada uno de los  $n$  equipos de la planta.

Cabe señalar que este indicador incluye dos aspectos:

- El nivel de conservación de la planta (cuanto más esté la planta en “buen estado”, más estará disponible).
- La calidad del servicio prestado por la organización en relación con la función de mantenimiento (cuanto más eficaz es la organización, la disponibilidad de la planta será mayor).

Hasta cierto punto, es posible disociar estos dos aspectos completando la TDS de la planta con otros dos indicadores sintéticos ponderados del mismo modo, a saber:

- El TMS ED: “Tiempo medio sintético entre dos fallos” (aspecto del nivel de conservación de la planta):

$$TMS\ ED = \frac{\sum_{i=1}^n (TMED_i \cdot C_i \cdot V_i)}{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot V_i)}$$

Donde  $TMED_i$ ,  $C_i$  y  $V_i$  son respectivamente el tiempo medio entre dos fallos, la criticidad y el valor de cada uno de los  $n$  equipos de la planta.

- El TMS PR: “Tiempo medio sintético para reparar” (aspecto de la eficacia de la organización):

$$TMS\ PR = \frac{\sum_{i=1}^n (TMPR_i \cdot C_i \cdot V_i)}{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot V_i)}$$

Donde  $TMPR_i$ ,  $C_i$  y  $V_i$  son respectivamente el tiempo medio para reparar, la criticidad y el valor de cada uno de los  $n$  equipos de la planta.

*Nota: teniendo en cuenta que los equipos en una planta son muy numerosos, es esencial el uso del sistema de información de la planta para realizar estos cálculos de forma automática. Cualquier enfoque manual sería demasiado tedioso y requeriría mucho tiempo, porque el objetivo es visualizar la evolución de estos indicadores en diferentes escalas de tiempo (anual, mensual, etc.).*

Con estos tres indicadores sintéticos, el cliente y el proveedor disponen de indicadores automatizables y objetivos para seguir la evolución de la planta en relación con los objetivos fijados en común. El valor absoluto de estos indicadores es secundario, ya que hay pocas posibilidades de que la comparación con otras plantas sea pertinente dadas las características específicas de cada una de ellas.

De este modo se dispone de indicadores de resultados objetivos, por tanto, queda por establecer los valores que deben alcanzarse en el marco de un enfoque coherente de gestión del patrimonio.

### 3.2 La certificación ISO 55001:

Cada caso es único, por lo que es necesario adaptarse a cada contexto para satisfacer las necesidades de todos los grupos de interés.

Para establecer la política de gestión del patrimonio correspondiente, actualmente ya existe un marco de trabajo estructurado: la norma ISO 55001 relativa a la gestión de los activos.

Aplicable a todo tipo de equipos, organizaciones y culturas, propone un sistema de gestión que tiene como objetivo:

- Instalar un método adecuado de gobernanza que incorpore a todos los grupos de interés.
- Definir la política deseada (equilibrio entre costes, riesgos y resultados).
- Identificar las acciones de mejora en el marco de un proceso de mejora continua.
- Implementar un control efectivo.
- Conseguir de forma sostenible los objetivos fijados.
- Ser objeto de auditorías por terceros organismos según un marco de referencia reconocido.
- Etc.

Obtener la certificación ISO 55001 es por lo tanto el objetivo de medios complementarios ideal para los objetivos de resultados. En el marco de este sistema de gestión, todos los grupos de interés

pueden compartir y seguir la política de gestión del patrimonio al tiempo que dejan al proveedor la flexibilidad necesaria para demostrar su profesionalidad y experiencia.

De este modo, se cumplen las condiciones para que el cliente tenga la seguridad de que su patrimonio está gestionado por su proveedor de forma óptima desde un punto de vista técnico y económico en el contexto de una relación contractual rentable y por lo tanto sostenible.

### **3 Conclusión**

El enfoque presentado muestra que existen herramientas prácticas disponibles para proporcionar un servicio con la mejor relación “calidad/precio” y para que el cliente lo compruebe.

En primer lugar, el uso de tres indicadores de rendimiento complementarios (organizativo, técnico y económico) permite:

- En la etapa de la oferta, cuantificar de la manera más precisa las prestaciones, pero de forma suficiente para asegurar el mantenimiento del patrimonio de acuerdo con las expectativas del cliente.
- Durante la etapa de explotación, proporcionar elementos de comparación entre plantas para compartir las mejores prácticas y, de este modo, mejorar el rendimiento organizativo que sustenta el rendimiento técnico y el rendimiento económico.

A continuación, la transposición a nivel de una planta de conceptos comúnmente utilizados a nivel de los equipos permite garantizar al cliente que el patrimonio que ha confiado es objeto de un mantenimiento adecuado.

De hecho, los indicadores habituales de disponibilidad, de tiempo medio entre dos fallos y de reparación permiten calcular a nivel de la planta indicadores de resultados sintéticos, objetivos y automatizables.

Por último, la publicación de la norma ISO 55001 relativa a la gestión de los activos proporciona un sistema de gestión reconocido para definir una estrategia, unos objetivos y garantizar su cumplimiento en el marco de un ciclo de mejora continua.

Por tanto, debemos esperar que esta norma publicada en enero de 2014 se aplique ampliamente, ya que proporciona una oportunidad para que los clientes, propietarios de las plantas, tengan la garantía de una gestión eficiente de sus patrimonios por parte de los proveedores seleccionados por su profesionalidad en el marco de una relación “donde todas las partes ganan”.

---

#### **Referencias bibliográficas:**

Afnor, junio de 2007, Norma NF EN 15 341, “Indicadores de rendimiento clave para el mantenimiento”.

Winston LEDET, febrero-marzo de 2011, Uptime Magazine “Eliminando las fuentes de una confiabilidad pobre: Defectos”.

Dale R. Blann, septiembre de 1997, Marshall Institute, “El mantenimiento proactivo como una ventaja comercial estratégica”.

---

Daryl MATHER, octubre de 2013, Reliability Success, “El valor de sustitución de activos como punto de referencia”.

British Standard Institute, septiembre de 2008, PAS 55-1:2008, Gestión de activos Parte 1: Especificación para la gestión optimizada de activos físicos.

ISO 55001:2014 – Gestión de Activos – Sistemas de gestión – Exigencias.

---