

¿Cuál es la relación entre KPI & Big Data dentro de la gestión eficiente del mantenimiento de activos?

Leonardo Morales Bustamante, Ing. MBA
Subgerente de Mantenimiento en Transmisora Eléctrica del Norte S.A., CHILE

“El reto involucra e integra a diversos actores dentro y fuera del sistema para migrar hacia un Modelo Big Data y KPI's para el mantenimiento.”



Los **KPI's** son conocidos y tradicionalmente usados para medir el rendimiento en los procesos productivos y operacionales, menos usados en procesos tipo tecnologías de la información, comunicaciones e innovación, así como menos usados en los departamentos administrativos, legal y recursos humanos.

Es por ello que es posible que no podamos ver la relación directa entre Big Data & KPI y que no sean estas relaciones tan obvias de inmediato. Ahora bien, los tiempos han cambiado y la innovación, la transformación digital y la industria 4.0 están evolucionado muy rápidamente para darnos cuenta que la “información” es uno de los más valiosos recursos que poseen las empresas para competir. Por ello, **el Big Data & KPI va a revolucionar la gestión del mantenimiento para hacerlo aún más eficiente.**

Big Data es un término que describe la gestión del gran volumen de datos, tanto estructurados como no estructurados, que inundan los negocios cada día en cada proceso y “rincón” de nuestras empresas. También se obtienen datos de las relaciones con clientes, proveedores, organizaciones de interés y datos de las experiencias de los usuarios con productos y servicios.

En mantenimiento, el concepto Big Data será incorporado progresivamente a la gestión de los activos. La razón de recolectar datos en grandes cantidades es poseer la información para la toma de decisiones estratégicas, tácticas y operativas, tal como lo hacemos con los KPI's dentro del mantenimiento.

Es por ello que **los macro datos, los KPI's y los estudios de medición del rendimiento están indisolublemente vinculados**, no sólo por la vía del rendimiento, sino por cualesquiera de los objetivos de excelencia que la empresa desee analizar para la toma de decisiones.



En este artículo vamos a centrarnos en la combinación de la gran cantidad de datos de activos, procesos y mantenimiento con los KPI's desde el punto de vista de Big Data como base fundamental para impulsar la nueva era de la gestión del mantenimiento de activos.

Recopilación y manejo de los macro datos en mantenimiento y la nueva era

Desde que me inicié en la función de mantenimiento de activos físicos he visto, en distintos escenarios, que se adopta el mantenimiento como un grupo de tareas (algunas de ellas muy complejas) que se ejecutan con el personal de la empresa y subcontratistas dentro de un plan predefinido.



Este plan se soporta en la información disponible proporcionada básicamente por los fabricantes de los activos, la experiencia del personal y toda la info-técnica disponible, la cual es recolectada por una unidad central de ingeniería y mantenimiento con el objeto de poseer información para optimizar el ciclo de vida de los activos y así generar valor para la organización.

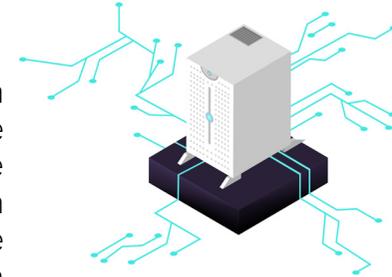
Sin embargo, es la gestión del mantenimiento la que apalanca la transformación de la data histórica y diferentes flujos de información en conocimiento útil y confiable para mejorar la gestión de los activos en beneficio del resultado del negocio durante todo el ciclo de vida de los mismos.

Por lo tanto, **para una adecuada gestión de los activos se requiere de una “adaptación y evolución”** de la forma en que ejecutamos los procesos y el correcto control de la ejecución para la captura de una cantidad importante de datos adicionales a los que tradicionalmente poseemos. Esto logrará una transformación de la administración y el monitoreo continuo de los datos y de la información durante la vida útil de los equipos y, adicionalmente, creará modelos predictivos que monitoreen en tiempo real los activos y sus funciones y se anticipen a los problemas de los activos.

El compromiso en la organización, y en específico de las áreas de gestión de los activos, es ser transversal dado que **el reto involucra e integra a diversos actores dentro y fuera del sistema para migrar hacia un Modelo Big Data y KPI's para el mantenimiento.** Estos actores son: proveedores de tecnología IIOT, proveedores de

sistemas Gemelos Digitales, mantenimiento predictivo, expertos en confiabilidad, expertos en operaciones, producción, abastecimiento, finanzas, personal de ingeniería que conozca modelos de diseño en la fase de proyectos, y todos aquellos que puedan aportar visibilidad sobre la información acerca del comportamiento de los activos.

De esta manera, los flujos y la gestión de la información aparecen como un factor relevante dentro de organizaciones e instalaciones que se caracterizan por su complejidad debido a la gran cantidad de equipos que generan una enorme cantidad de información y datos a procesar para que sean útiles en la toma de decisiones.



La gestión de activos e ingeniería de confiabilidad se manifiesta en la fase de diseño, de manera concreta a través del proceso de planificación y programación de las actividades de mantenimiento antes del diseño y por medio de las acciones que se adopten.

Por ejemplo, el mejoramiento y reemplazo de los activos para dar paso a la nueva era de los activos y sus respectivos gemelos digitales. Todo esto y más debe quedar definitivamente reflejado en el **plan de transformación digital, Big Data y KPI's** dentro de los proyectos de nuevos activos y mantenimiento de activos para la nueva era, donde la eficiencia y la capacidad nominal por hora aumentará sustancialmente gracias a las decisiones que se ejecutan sobre los datos.

Todo el proceso de transformación digital de los activos para pasar a la industria 4.0, y en un futuro a la sostenibilidad de los procesos industria 5.0, requieren y generan una gran cantidad de información que debe ser confiable, por lo que la calidad de esta es un factor importante a considerar. En efecto, muchos estudios en gestión de activos físicos establecen que una de las materias críticas es la falta de calidad en los datos históricos y la imposibilidad de proyectos comportamiento y funciones futuras en modelos de mejora de las funciones de los activos.

¿Cuál debe ser la transformación de las organizaciones para el futuro inmediato?

1. Establecimiento y revisión de metas bien definidas en cuanto al cumplimiento de calidad de los datos y plantear el tipo de comportamiento que deberían tener los operadores y/o mantenedores para lograr dichas metas. Esto debe ser llevado a cabo mediante la utilización más común de los KPI's como una herramienta más de uso diario de medición de rendimiento por parte del operador.

2. Asegurar de manera consistente acerca del valor en la adquisición de data de calidad. Basado en criticidad, taxonomía y confiabilidad, y dar al personal el liderazgo interno para opinar y objetar la información, aportar ideas y cambios, impulsar la gestión del conocimiento, dar entrenamiento y reconocimiento, y si la plantilla demuestra que el mantenimiento genera valor, entonces llegar a asociar desempeño y % de OEE con incentivos variables pro resultados.

3. Mejorar los mecanismos de retroalimentación de la información y “democratizarlos” a nivel de los operarios, quienes son los que conviven día a día y minutos a minutos con los activos.

4. Recursos Humanos de las empresas debe transformarse en Gestión del Talento para dar formación y contratar personal que pueda dominar y utilizar nuevas tecnologías, entender el internet industrial de las cosas y la transformación digital para la gestión de activos.

Una de las características que diferencian las organizaciones exponenciales de sus competidores (organizaciones exponenciales aprenden más rápido que sus competidores) es que incorporan todas estas transformaciones en sus procesos como elementos normales de gestión y estrategia. Esto les permite mejorar el cumplimiento de sus objetivos, o bien, identificar aquellas falencias que requieren ser corregidas.

Los **KPI's** son elementos claves de la nueva era que deben establecerse en cada nivel de la estructura organizacional hasta llegar al operario, existiendo coherencia absoluta con el plan estratégico de la organización.



La captura del dato y su medición es fundamental para la toma de decisiones, ya que permite identificar y analizar la información que efectivamente agrega valor a la gestión. Este proceso debe estar muy bien definido, de forma que los procesos de captura y análisis

sean eficientes y que partan desde los operarios. Estos operarios analizarán los indicadores más sencillos de comprender, como el % OEE hasta KPI's financieros en la gestión de proyectos, por ejemplo el RAV o indicadores del talento de las personas, como el Nivel de Polivalencia de un mecánico en relación a las competencias de mantenimiento.

Independientemente del modelo de mantenimiento que la organización adopte, el proceso, las estrategias y los objetivos que se definan serán el marco de referencia por medio del cual se ejecutan las acciones específicas de mejora continua gracias al manejo adecuado de la información recolectada y el análisis técnico económico de esos planes de acción, con el objetivo de:

- Optimizar la disponibilidad del sistema o equipo productivo.
- Disminuir los costos de mantenimiento.
- Optimizar los recursos técnicos.
- Maximizar la vida útil de los activos.
- Polivalencia del personal para alcanzar el mayor nivel de dominio de competencias.

Indicadores KPI's en la gestión de mantenimiento

Los indicadores de gestión en mantenimiento son la expresión cuantitativa del comportamiento de las funciones, capacidad, calidad, seguridad y el desempeño de procesos y los activos involucrados, cuyas magnitudes, al ser comparadas con los niveles de desem-

peño o metas establecidas, pueden estar señalando desviaciones sobre las cuales se deban tomar acciones correctivas o preventivas.



Ahora bien, con las nuevas tecnologías y la Big Data podemos también decir que podremos tener proyecciones futuras del comportamiento de procesos y activos para tomar decisiones hoy que nos van a mejorar la disponibilidad de los equipos. **Podremos anticiparnos a los fallos y averías de los activos** porque todos estamos conectados a la información que los activos emiten segundo a segundo.

En gestión del mantenimiento, los indicadores KPI's son medidas de la condición de un proceso, un evento o una acción determinada. Estos indicadores en conjunto proporcionan un panorama real de la situación de un proceso, de un negocio e incluso presentar sintomatología del estado de salud de un activo, así como estimar otras (poder ver el futuro dado los datos).

Una nueva y correcta definición de los indicadores (Key Performance Indicators, KPI) para la nueva era debiera permitir:

1. Anticiparnos al futuro y la visión que tenemos sobre los procesos, mediante el monitoreo del proceso y los programas predictivos sobre procesos y activos.
2. La información que obtenemos nos va a indicar la implementación de procesos de mejora continua y gestión del cambio debidamente justificados con datos (eliminamos la improvisación sobre los activos con datos parciales y no coherentes).

3. Podemos colocarnos en las primeras posiciones del ranking de nuestro sector por innovar en mantenimiento y porque otras empresas externas competidoras tienen menores resultados (benchmarking).

4. Dejamos de promover la sana competencia y pasamos a ser líderes del mercado por nuestra forma de innovar e incorporar nuevas tecnologías en nuestros procesos.

5. Los KPI's se convierten en una herramienta de uso diario por todos, especialmente para los operarios y los técnicos de mantenimiento quienes "comparten" datos e información sobre los activos, el proceso de mantenimiento y demás áreas de la organización que impactan el desempeño de los activos.

6. El proceso diario de autocontrol a través de KPI's identifica futuros obstáculos en el proceso de carácter predictivo. Se puede predecir fallos del sistema, proceso y activos.

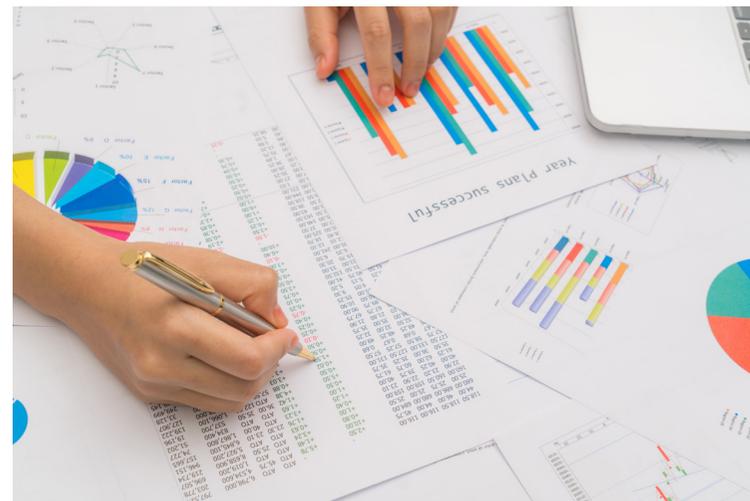
7. La innovación en mantenimiento seguramente aumentará la satisfacción del cliente interno y, a su vez, impactará seguro en la reducción de los reclamos de los clientes finales, dado que los problemas no ocurren porque se detectan a tiempo.

Los **KPI**, como ya he expuesto, son medidores interconectados a los activos a través de las **aplicaciones IIOT** que permiten monitorear segundo a segundo el desempeño de una actividad, proceso o activo para cuantificar sus beneficios y sus logros y proponer metas más exigentes.

Estos apuntan directamente a las metas generales de la compañía y además determinan las actividades críticas y definen las operaciones particulares que deben ser alcanzarlas.

La selección de los indicadores claves deben considerar los siguientes aspectos:

- Identificar las expectativas de los accionistas traducidos en KPI's financieros de rentabilidad del negocio.
- Identificar los KPI's de los activos que impactan los indicadores financieros.
- Identificar los KPI's asociados a los procesos de los clientes y los productos para establecer mejora continua y rediseño de productos.
- Identificar los KPI's relacionados con los diferentes grupos de mantenimiento por ISED que permitan centrar el control sobre los procesos que apalanca la rentabilidad de los procesos y la productividad.



Identificar un conjunto de los “Indicadores candidatos” que debemos integrar con Big Data

Primero, debemos desarrollar las estrategias de cálculo sobre las funciones o grupos de equipos específicos que queremos adaptar a la nueva era. Comencemos con un proyecto piloto de Big Data y KPI's en equipos sencillos de alto impacto sobre los objetivos del negocio.

Veamos los resultados del primer proyecto piloto y seguidamente ajustemos los objetivos y el seguimiento al desempeño de los activos y las estrategias de mantenimiento predictivo.

Vamos a sugerir una categorización y listado de los KPI's más utilizados en la gestión de mantenimiento según afinidad, alcance y objetivo y según referencias de la industria nacional e internacional:

a) Confiabilidad (mantener la funcionalidad cuando el equipo se usa según se especifica). En este caso el proyecto piloto debe registrar los modelos de comportamiento de las funciones del equipo y sus metas y rangos de operación y recoger mediante IIOT su operación indicando una lista de “averías” y “micro paros” que el operario de turno y/o técnico de mantenimiento registra cuando suceden.

Puede que su equipo tenga programas de registro de datos que el fabricante no ha mencionado dado que considera que son de uso interno. Si es así solicite esos programas y PLC y trate de incorporarlos a la gestión de monitoreo de su empresa.

b) Disponibilidad (fracción de tiempo que un equipo es funcional, es decir, tiene la posibilidad de ser utilizado). Un proyecto piloto con este indicador involucra a producción y ventas quienes deben registrar las causas por la cual los activos no están trabajando.

En este tema los KPI's recogen los problemas de planificación de la producción, los pedidos irregulares de ventas, las reprogramaciones y otros temas que hacen que los activos estén sin carga de trabajo por falta de pedidos de ventas u desorganización.



c) Mantenibilidad (capacidad de restauración de la funcionalidad de un equipo durante una actividad de mantenimiento). Estos son los KPI's posiblemente más utilizados en las empresas y que recogen datos en sistemas GMAO o en hojas de cálculo de mantenimiento. El proyecto piloto involucra a los técnicos de mantenimiento y operarios que van a colaborar en el registro de datos y sistemas.

d) Prudencia financiera para poder evaluar los nuevos proyectos vs. TIR (resume el costo del ciclo de vida de los equipos considerando costos de inversión inicial, mantenimiento y costos finales por desincorporación y cambio tecnológico).

Este tema es muy delicado porque los departamentos financieros no tienen las competencias de gestión de activos que exige la nueva era. El proyecto piloto sería dar formación a los financieros para que puedan evaluar e implantar KPI's financieros para la toma de decisiones sobre los activos y poder evaluar si los proyectos de nuevos activos son realmente necesarios y rentables.

Dado que ya vimos algunos ejemplos de proyectos de actualización tecnológica Big Data y KPI's en una empresa, hagamos un recorrido corto acerca de otros indicadores KPI's que debemos actualizar y emprender proyectos de BIG Data, IIOT, Gemelos Digitales que están relacionados directa e indirectamente con la gestión de mantenimiento:

- » Costo de mantenimiento con relación a los costes de la producción.
- » Costo relativo con personal propio de mantenimiento.
- » Costo relativo de material y repuestos.
- » Costo de mano de obra externa o subcontratistas de mantenimiento.
- » Costo de capacitación de los departamentos de ingeniería, producción y mantenimiento.
- » Costo de capital por concepto de inmovilizados.
- » Costo global.

1) Costo de mantenimiento por unidad producida.

$$CM = \frac{\text{Unidades producidas totales}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$$

2) Costo de mantenimiento por hora de operación.

$$CM = \frac{\text{Horas totales de operación (runtime)}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$$

3) Costos de mantenimiento predictivo.

$$CMPred = \frac{\text{Costo total para el mantenimiento}}{\text{Costo total de mantenimiento predictivo}}$$

KPI de eficiencia y efectividad:

1) Eficacia de mantenimiento.

$$EcM = \frac{\text{Horas totales de operación (runtime)}}{\text{Hora de Operación} + \text{Horas de Mantenimiento}}$$

2) Eficiencia de mantenimiento.

$$EfM = \frac{\text{Horas totales de operación (runtime)}}{\text{HH utilizadas en Mantenimiento}}$$

KPI Técnicos y Tácticos:

Estos indicadores permiten medir la calidad de los trabajos y grado de cumplimiento de los planes y programas de mantenimiento. Son alimentados por la confiabilidad y por los valores de eficacia y eficiencia del mantenimiento.

1) Tiempo medio entre fallas.

$$MTBF = \frac{\text{Número de eventos de falla}}{\text{Horas de operación}}$$

2) Tiempo medio de reparación.

$$MTTR = \frac{\text{Número de eventos de falla}}{\text{Total de horas utilizadas para la reparación}}$$

3) Fracción de tareas de mantenimiento programadas realizadas.

$$FMP = \frac{\text{Número total de tareas de mantenimiento programadas}}{\text{Número total de tareas de mantenimiento realizadas}}$$

KPI Funcionales:

Miden la carga de trabajo de mantenimiento y la efectividad en la planificación de las tareas de mantenimiento que son ejecutadas en campo.

1) Backlog.

$$\text{Backlog} = \frac{\text{Número total de pendientes de ejecución}}{\text{Horas disponible}}$$

2) Fracción de Backlogs o tareas pendientes.

$$F\text{Backlog} = \frac{\text{Número total de tareas programadas}}{\text{Backlog}}$$

3) Fracción de tareas de mantenimiento programadas realizadas.

$$FMP = \frac{\text{Número total de tareas de mantenimiento programadas}}{\text{Número de tareas de mantenimiento programadas realizadas}}$$

4) Cumplimiento del programa.

Total, de HH programadas.

$$C\text{ProgMtto} = \frac{\text{HH órdenes de trabajo cerradas} + \text{HH órdenes de trabajo en ejecución}}{\text{Total de HH programadas}}$$

Las Buenas Prácticas en la nueva era

A través de Big data & KPI, una instalación tiene la capacidad de adaptarse a las nuevas tecnologías para comenzar a realizar análisis predictivos. Estos pueden dar paso al trabajo de mantenimiento de pronóstico en lugar del diagnóstico, mejorando así la confiabilidad y ahorrando dinero, al acercar la aguja de mantenimiento al **trabajo proactivo en lugar de al trabajo reactivo**.

A medida que las empresas comprendan el verdadero valor del Big data & KPI y cómo pueden modernizarse sus procesos (comercial, productivo, logístico y mantenimiento) y complementar la modernización de los activos con las interconexiones de IIOT, se convertirá nuestro Modelo de Gestión en una fortaleza clave en las empresas que deciden pasar a ser empresas clave mundial.

Aquellas que elijan no cambiar se irán quedando atrás y se marchitarán lentamente. Casi todas las industrias se beneficiarán de proceso de mantenimiento adaptado a la nueva era mediante los sistemas y enfoques Big data & KPI & IIOT para potenciar la forma en la que la organización conecta la estrategia con la ejecución de sus procesos a nivel del piso de la planta.



Leonardo Morales, Ing. MBA

MBA | Subgerente de Mantenimiento Tx | Gestión de Activos | Confiabilidad | SGIIE | ISO 55000

MBA, Ingeniero Electricista con estudios de especialización en Gestión de Activos, Confiabilidad y Mantenimiento, Ingeniería Industrial y Empowerment.

Profesional con 15 años de trayectoria y experiencia desarrollada en actividades ligadas a la administración de proyectos, gestión de activos industriales y docencia universitaria.

Poseedor de gran adaptabilidad a los cambios, trabajo bajo presión, capacidad de gestión, toma de decisiones y habilidad para hacer propios los aspectos claves del modelo de negocio de la compañía.