

# uptime

marzo 18

para líderes en confiabilidad y profesionales en gestión de activos

MARZO 2018

EL VIAJE HACIA LA EXCELENCIA EN CONFIABILIDAD DE

# MERCEDES-BENZ





10 al 14 de diciembre de 2018  
Hyatt Regency Coconut Point  
Bonita Springs, FL

## CONVOCATORIA DE PONENCIAS PARA IMC-2018

### 33.ª CONFERENCIA INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO (IMC)



IMC-2018 está buscando ponencias innovadoras y dinámicas **EN ESPAÑOL** que inspiren el avance de:

- la ingeniería de confiabilidad para mantenimiento
- el desempeño de la gestión de activos
- el monitoreo de condición
- la gestión de la ejecución del mantenimiento
- el liderazgo y la cultura
- la gestión de activos

Las presentaciones durarán entre 35 y 40 minutos con 5 a 10 minutos para responder preguntas y hacer comentarios.

Estos son los documentos que debe enviar para esta convocatoria:

- título de la ponencia
- resumen o sinopsis de la ponencia (100 a 300 palabras)
- biografía del orador
- fotografía del rostro del orador

Además, usted deberá:

- dar autorización de derechos de autor (el orador mantiene los derechos de autor)
- aceptar y acatar que su ponencia para IMC-2018 no será una presentación de ventas

## ¡NO ESPERE MÁS!

La **fecha límite** para enviar el resumen de su ponencia es el **lunes 30 de abril de 2018**.

**Haga clic aquí para enviar el resumen de su ponencia a la conferencia IMC-2018.**



# Contenido

marzo 2018



**uptime**  
Para líderes en confiabilidad y  
profesionales en gestión de activos

EN LA PORTADA  
¿Puede encontrar el logo Uptime®  
oculto en la portada? uptime

## SECCIONES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Editorial</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>Una perspectiva desde un ángulo diferente</b><br>¿Mantenimiento predictivo o mantenimiento<br>de detección? por Joel Levitt ..... | <b>60</b> |
| <b>Preguntas y respuestas con un líder de la industria -</b><br>Mildred Chua .....   | <b>62</b> |



## ARTÍCULOS

|            |  |
|------------|--|
| <b>Aci</b> | Información sobre la condición del equipo  |
|            | <b>El mantenimiento predictivo y el aprendizaje automático revolucionan la confiabilidad</b> |
|            | por Richard Irwin ..... <b>26</b>  |

|           |   |
|-----------|---|
| <b>Lu</b> | Lubricación de la maquinaria  |
|           | <b>Instauración de un programa industrializado de gestión de la lubricación</b> |
|           | por Phillip Higgins y Jason Kopschinsky ..... <b>31</b>                         |

|            |  |
|------------|--|
| <b>LEC</b> | Liderazgo en Confiabilidad                     |
|            | <b>¿Habla el lenguaje de LA CONFIABILIDAD?</b> |
|            | por Terry O'Hanlon ..... <b>36</b>             |

|            |  |
|------------|--|
| <b>Aci</b> | Información sobre la condición del equipo                                |
|            | <b>Preparación para la innovación disruptiva del Internet Industrial</b> |
|            | por John Murphy ..... <b>45</b>  |

|            |   |
|------------|---|
| <b>Alm</b> | Gestión del ciclo de vida de los activos  |
|            | <b>Gestión del valor del producto: impulsar el desempeño a través del rediseño de activos</b> |
|            | por Andreas Doerken ..... <b>48</b>   |

|             |  |
|-------------|--|
| <b>Samp</b> | Plan estratégico de gestión de activos   |
|             | <b>No más hojas de cálculo: el nuevo paradigma en la gestión de estrategias de activos</b> |
|             | por Amir Datoo ..... <b>50</b>   |



# Contenido [continuación]



Desarrollo de la estrategia de confiabilidad

## Reducciones de costos sin pérdidas en la efectividad de la maquinaria o la integridad de los activos

por Doug Robey ..... 52



Análisis de vibraciones

## Identificar fallas de rodamientos en una etapa temprana

por Chris Hansford ..... 54



Prueba de ultrasonido

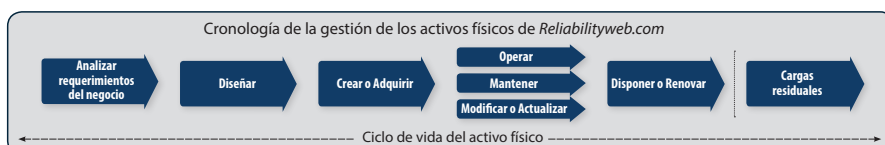
## Parte II de II – Ultrasonido para la seguridad... ¡o para cualquier otra cosa!

por Jim Hall ..... 57

## Elementos™ Uptime®



### Un Marco de Trabajo de Confiabilidad y Sistema de Gestión de Activos™



Reimpreso con permiso de NetexpressUSA Inc. d/b/a Reliabilityweb.com. Copyright © 2016-2018. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este gráfico puede ser reproducida o transmitida en forma alguna ni por cualquier medio sin tener antes el consentimiento expreso por escrito de NetexpressUSA Inc. Reliabilityweb.com, Elementos™ Uptime® y Un Marco de Trabajo de Confiabilidad y Sistema de Gestión de Activos™ son marcas comerciales y marcas registradas de NetexpressUSA Inc. en EE.UU. y varios países más.

reliabilityweb.com • maintenance.org • reliabilityleadership.com

# uptime®

**PRESIDENTE EJECUTIVO  
Y DIRECTOR EDITORIAL**

Terrence O'Hanlon  
terrence@reliabilityweb.com

**COFUNDADORA**

Kelly Rigg O'Hanlon

**EDITORIA**

Jenny Brunson

**EDITORIA ASOCIADA EN ESPAÑOL**

Natalia Seay

**EDITOR ADJUNTO**

Dave Reiber

**ESCRITORES ADJUNTOS**

Mildred Chua, Amir Datto, Andreas Doerken, Jim Hall, Chris Hansford, Phillip Higgins, Richard Irwin, Jason Kopschinsky, Joel Levitt, Justin McCarthy, John Murphy, Terrence O'Hanlon, Doug Robey

**DISEÑADORES**

Alex Cardoso, Apolonia Lemus

**VENTAS Y PUBLICIDAD**

Crystal Ward

Gerente de Satisfacción de Clientes  
crystal@reliabilityweb.com

**INFORMACIÓN EDITORIAL**

Por favor envíe sus estudios de casos, procedimientos, consejos prácticos y otra correspondencia a Terrence O'Hanlon  
terrence@reliabilityweb.com

**ENVÍE SUS ARTÍCULOS A**

publishing@reliabilityweb.com

**SUSCRIPCIONES**

Para suscribirse a Uptime® Magazine, visite y cree una cuenta en: [www.uptime magazine.com](http://www.uptime magazine.com)

Para actualizar su suscripción, escribanos a: [subscriptions@uptime magazine.com](mailto:subscriptions@uptime magazine.com)

**Uptime Magazine**

8991 Daniels Center Drive, Fort Myers, FL 33912  
1-888-575-1245 • 239-333-2500 • Fax: 309-423-7234  
[www.uptime magazine.com](http://www.uptime magazine.com)

**Uptime® Magazine  
es miembro fundador de**  
**AMP**  
Association of Asset Management Professionals

© Copyright 2018. NetexpressUSA, Inc. d/b/a Reliabilityweb.com y sus afiliados.  
Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de Uptime® Magazine puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio sin el previo consentimiento por escrito de Netexpress, Inc. d / b / a Reliabilityweb.com. Uptime® es una marca registrada de Netexpress, Inc. d/b/a Reliabilityweb.com en los Estados Unidos de América.

Uptime® Magazine (ISSN 1557-0193) se publica cada dos meses por Netexpress, Inc. d/b/a Reliabilityweb.com, 8991 Daniels Center Drive, Fort Myers, FL 33912, 888-575-1245. Uptime® Magazine es una publicación producida de forma independiente por Netexpress, Inc. d/b/a Reliabilityweb.com. Las opiniones expresadas en este documento no son necesariamente las de Netexpress, Inc. d/b/a Reliabilityweb.com.

POSTMASTER: Envíe cambios de dirección a:

Uptime® Magazine, 8991 Daniels Center Drive, Fort Myers, FL 33912





## EL SUEÑO CON STEVE JOBS

Algunos de ustedes recordarán un sueño que tuve hace un par de años en el que cenaba con W. Edwards Deming y Albert Einstein. Bueno, tuve uno de esos sueños otra vez. ¡Justo anoche!

En este sueño estaba de regreso en la Ciudad de Nueva York, pero esta vez con el cofundador de Apple, Steve Jobs.

Le decía a Steve lo bien que me siento al crear equipos comprometidos y empoderados a través del trabajo realizado con los Elementos Uptime® – Un Marco de Trabajo de Confiabilidad y Sistema de Gestión de Activos™.

**STEVE JOBS:** Su trabajo va a ocupar una gran parte de su vida y la única forma de estar realmente satisfecho es hacer lo que usted cree que es un excelente trabajo. Y el único modo de hacer un excelente trabajo es amar lo que hace. Si aún no lo ha encontrado, siga buscando. No se conforme. Al igual que con todos los asuntos del corazón, lo sabrá cuando lo encuentre.

**YO:** Lo encontré, Steve. Realmente me encanta el trabajo que hago con la confiabilidad; pero también sé que mientras viajo por el mundo haciendo un trabajo muy creativo, el equipo de Reliabilityweb.com de verdad crea esa posibilidad. Todo el trabajo que hago se sustenta en el esfuerzo del equipo.

**STEVE JOBS:** Las cosas sobresalientes en los negocios nunca las hace una sola persona. Las hace un equipo de personas.

**YO:** A medida que avanza este trabajo, siento que el mundo se divide en dos partes: los que quieren aferrarse a los paradigmas de mantenimiento inefectivos de los últimos 30 años y los que adoptan un nuevo contexto de confiabilidad para todos, sin olvidarse de nadie. ¡Debo parecer un verdadero alborotador para algunos de los que “ya lo saben” desde hace mucho tiempo!

**STEVE JOBS:** Su tiempo es limitado, así que no lo desperdicie viviendo la vida de otro. No se deje atrapar por el dogma, que es vivir con los resultados del pensamiento de otras personas. No permita que el ruido de las opiniones de los demás ahogue su propia voz interior. Y lo más importante, tenga el coraje de seguir a su corazón y su intuición.

**YO:** Mucha gente está mirando este nuevo trabajo y algunos han intentado copiarlo.

**STEVE JOBS:** La innovación marca la diferencia entre un líder y un seguidor.

**YO:** Ese es un excelente punto. Gracias. Entonces, ¿qué lo hace seguir avanzando?

**STEVE JOBS:** Durante los últimos 33 años, me he mirado en el espejo todas las mañanas y me he preguntado: “Si hoy fuera el último día de mi vida, ¿querría hacer lo que voy a hacer hoy?”. Y cada vez que la respuesta ha sido “no” demasiados días seguidos, sabía que debía cambiar algo.

Recordar que moriré pronto es la herramienta más importante que he encontrado para ayudarme a tomar las decisiones más importantes de mi vida. Porque casi todo, todas las expectativas externas, todo el orgullo, todo el temor a la vergüenza o al fracaso... Estas cosas simplemente se desvanecen ante la muerte, dejando solo lo que es realmente importante.

**YO:** Todas las cosas que estoy leyendo sobre el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) y la inteligencia artificial (AI) afirman que la tecnología puede resolver el problema de la confiabilidad.

**STEVE JOBS:** La tecnología no es nada. Lo importante es que usted tenga fe en las personas, que sean básicamente buenas e inteligentes y, si les proporciona herramientas, harán cosas maravillosas con ellas.

No es fe en la tecnología. Es fe en las personas.

**YO:** Gracias por decir eso, Steve. Viniendo de un visionario de la tecnología, eso significa mucho. Tal vez esté loco, pero voy a seguir trabajando con un enfoque en el liderazgo de la confiabilidad y creando un futuro que no iba a suceder de todos modos.

**STEVE JOBS:** Las personas que están suficientemente locas como para pensar que pueden cambiar el mundo son las que lo hacen.

**YO:** Bueno, debo irme, pero ¿tiene algún consejo que pueda usar para avanzar en la confiabilidad y la gestión de activos en el mundo?

**STEVE JOBS:** Sea un referente de la calidad. Algunas personas no están acostumbradas a un entorno donde se espera la excelencia.

Y una cosa más...

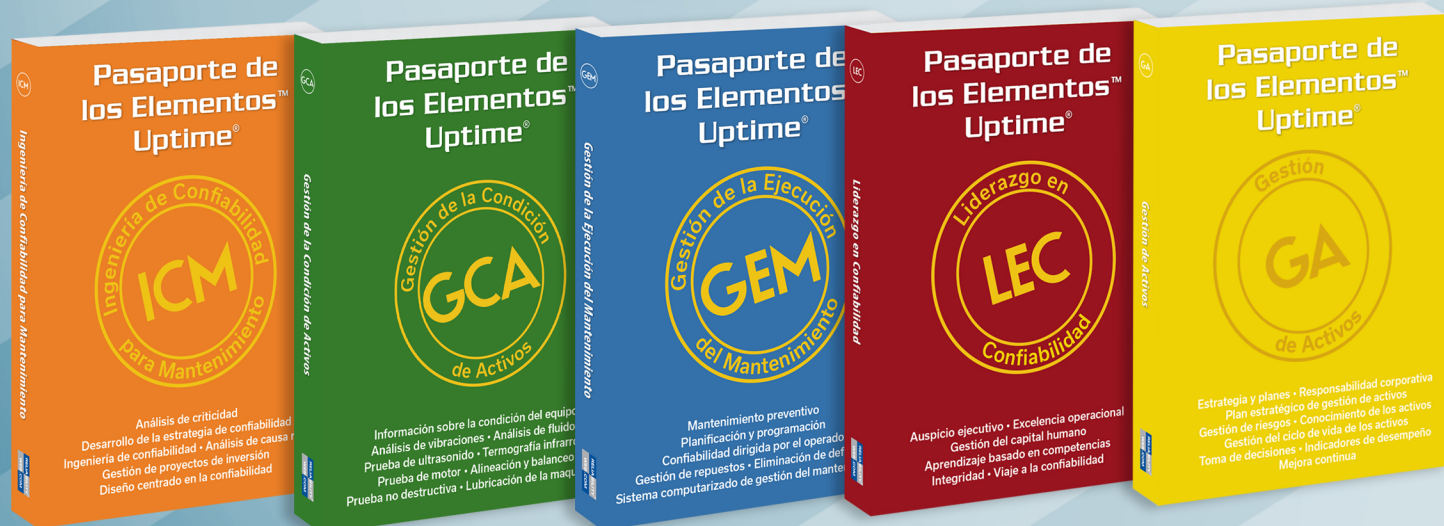
Saludos cordiales,

Terrence O'Hanlon, CMRP  
About.me/reliability  
Presidente Ejecutivo y Director Editorial  
Reliabilityweb.com®  
Uptime® Magazine  
<http://reliability.rocks>



# Nueva Serie de Pasaportes de los Elementos Uptime®

¡DISPONIBLE AHORA!



Aprenda cómo tomar decisiones efectivas de confiabilidad para sus activos y cómo el liderazgo de confiabilidad le permite obtener valor durante todo este proceso.

El sistema holístico de los nuevos Pasaportes\* de los Elementos Uptime® ofrece una forma sencilla de entender la integración de la confiabilidad dentro de las prácticas y la cultura de una organización en las siguientes áreas de conocimiento:



Adquiera la nueva Serie de Pasaportes a través de nuestra librería MRO Zone: [www.mro-zone.com](http://www.mro-zone.com)

\*Estos Pasaportes forman parte de la preparación para obtener la designación "Líder Certificado en Confiabilidad® (CRL)".

Uptime® y Líder Certificado en Confiabilidad® son marcas registradas de NetexpressUSA Inc. d/b/a Reliabilityweb.com y sus afiliados en EE. UU. y varios países más.



# RECONOCIMIENTO A LO MEJOR DE LO MEJOR 2017



Uptime® Magazine  
felicit a los  
siguientes programas  
sobresalientes por  
su compromiso  
y ejecución de  
los programas de  
mantenimiento  
predictivo (PdM)  
y monitoreo de la  
condición de alta  
calidad.



# Uptime® wards

Para postulaciones a los Uptime® Awards de 2018, visite: [uptimeawards.com](http://uptimeawards.com)





## Mejor Programa de Confiabilidad General



## JACOBS A&T, TIDEWATER OPERATIONS GROUP (HAMPTON, VIRGINIA)

Jacobs es uno de los proveedores de servicios técnicos, profesionales y de construcción más grandes y diversos del mundo. En Jacobs, nuestro enfoque en desarrollar relaciones de clientes a largo plazo nos ha ayudado a convertirnos en una de las empresas más grandes y diversas de nuestra industria. En la actualidad, nuestros más de 70 000 empleados en todo el mundo brindan una amplia gama de servicios técnicos a nuestros clientes industriales, comerciales y gubernamentales en múltiples industrias.

### ASPECTOS DESTACADOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONDICIÓN (CBM) DE JACOBS TIDEWATER OPERATIONS GROUP / NASA:

¡Nuestros esfuerzos han mejorado significativamente la confiabilidad del sistema del Centro de Investigaciones Langley (LaRC) de la NASA hasta el punto en que, desde 2015, no hemos tenido una sola falla no planeada en los activos monitoreados por el mantenimiento basado en la condición (CBM)! Al mismo tiempo, hemos reducido significativamente los costos generales de mantenimiento, mejorado la documentación de mantenimiento –planos, planes de mantenimiento preventivo (PM) y manuales de operación y mantenimiento– y aumentado la eficiencia y la productividad sin poner en peligro la seguridad; todo alineado directamente con la visión, la misión y los objetivos de nuestra empresa y nuestro socio (NASA).

Hasta la fecha, el desarrollo continuo del programa de Jacobs, basado en los principios compartidos del Marco de Trabajo de Confiabilidad y Sistema de Gestión de Activos™ de los Elementos Uptime®, es el fundamento de nuestro programa Jacobs Tidewater Operations Group. A continuación se muestran algunos de los logros.

1. Un enfoque sostenido en el mantenimiento proactivo, como lo demuestran los porcentajes acumulados del año fiscal 2017 de 99,78 % de finalización del PM de maquinaria crítica para la seguridad y 99 % de finalización del PM de maquinaria no crítica para la seguridad.
2. La instauración continua del mantenimiento basado en la condición (CBM), incluyendo el apoyo principal de aplicación y uso del *software* de análisis de datos OSI/PI/Meridium.
3. Los procedimientos de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) personalizados brindan el nivel de análisis adecuado en función de la complejidad del sistema y el impacto de las fallas.
4. El equipo de mantenimiento y confiabilidad apoya varias visitas al LaRC de organizaciones industriales externas (NRO, NAVFAC, USCG, Boeing, Lockheed, etc.) para que observen la gestión de activos de clase mundial de Jacobs en marcha y compartan las mejores prácticas.
5. Las optimizaciones del PM realizadas generan una reducción general de 30 % en los requisitos del PM o más de unas doce mil horas.
6. Nuestros esfuerzos predictivos de PT&I y CBM, desde principios del 2014 hasta la fecha actual, han generado una reducción de costos de más de tres millones y medio de dólares (además de costos reducidos en general); lo que permite que nuestro cliente asigne fondos de mantenimiento a proyectos de rentabilidad de la inversión (ROI) críticos.
7. Los FMEA realizados en tipos de maquinaria con índices de fallas altos han dado directamente CERO fallas no planificadas para dichos activos en nuestro programa de CBM;
8. La asociación con el Equipo del Sistema de Información Geoespacial de la NASA para localizar activos, de los cuales sus datos se han utilizado satisfactoriamente para optimizar las rutas de PM para los valores de nacionalmente y aumentar la productividad en todas las actividades realizadas.
9. Se realizaron varias clases de capacitación en mantenimiento y mejores prácticas. Entre nuestro personal tenemos 34 CMRP y cuatro CMRT, incluyendo todo nuestro equipo principal de liderazgo de las instalaciones (gerente general y directores ejecutivos). Recientemente, Jacobs se ha convertido en un miembro colaborador del *Reliability Leadership Institute*, y esperamos fomentar nuestras contribuciones y nuestra educación a través de la obtención de las certificaciones "Líder Certificado en Confiabilidad" (CRL) por parte de nuestros empleados.





## Mejor Programa de Ingeniería de Confiabilidad para Mantenimiento



## BRISTOL-MYERS SQUIBB

Bristol-Myers Squibb (BMS) es una empresa biofarmacéutica global cuya misión es descubrir, desarrollar y ofrecer medicamentos innovadores que ayuden a los pacientes a superar enfermedades graves.

La función del programa de ingeniería de confiabilidad es ayudar a cumplir la misión de la empresa al garantizar que sus activos, sistemas e infraestructura funcionen según lo diseñado y logren el mayor tiempo de actividad posible sin comprometer la seguridad o calidad para nuestros pacientes.

El programa de ingeniería de confiabilidad en BMS se centra en un enfoque del ciclo de vida del sistema de la maquinaria desde su diseño, construcción, aceptación, uso y eliminación. Las estrategias de este enfoque están continuamente alineadas con la misión del negocio. Los indicadores clave de resultados (KPI) en tiempo real de un sistema sólido para análisis de informes de fallas y acciones reactivas (FRACAS) ayudan a monitorear la efectividad del programa y a lograr la mejora continua.

También se aplican enfoques de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Un componente principal es la clasificación de la criticidad de la maquinaria, que ayuda en el nivel de evaluación del RCM que se realiza a una pieza de la maquinaria. El RCM para maquinaria crítica puede incluir: análisis del historial de las órdenes de trabajo, análisis modal de fallos y efectos (FMEA o AMFE), lista de materiales (BOM), optimización de la estrategia de mantenimiento y costos del ciclo de vida. Las estrategias del monitoreo de condición también se determinan con el nivel de criticidad. La clasificación de criticidad se configura en el sistema de gestión de activos empresariales y permite priorizar la programación del trabajo, además de ayudar a enfocar el análisis y la generación de informes de fallas.

Sin lugar a dudas, este programa es más efectivo debido al liderazgo y la cultura desarrollados en BMS y en todos los niveles de la organización. Los equipos multidisciplinarios de ingeniería, operaciones, calidad, gestión, mantenimiento, metrología y cadena de suministro participan en foros de confiabilidad y la capacitación en el programa "Líder Certificado en Confiabilidad" (CRL) que usa el marco de trabajo de los Elementos Uptime®.



## SKOOKUM CONTRACT SERVICES

### SKOOKUM CREA EMPLEOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES

Desde 1988, hemos ayudado a personas con todo tipo de discapacidades a unirse a la fuerza de trabajo al proporcionar servicios críticos de gestión logística y de las instalaciones a empresas y el gobierno.

### EMPRENDEDORES CON RESPONSABILIDAD SOCIAL

Más de 1200 empleados de Skookum ofrecen una amplia gama de servicios a un número creciente de clientes. Hoy, Skookum abarca 10 estados diferentes en cada región geográfica de los Estados Unidos, incluyendo Washington D.C. Nuestra oficina central se encuentra en la ciudad de Bremerton, estado de Washington.

¡Skookum tiene una reputación de excelencia, comunicaciones abiertas, operaciones transparentes y una fuerza laboral excepcional!

Nuestro enfoque es doble, con una cultura de asistencia al cliente: "cumplimos nuestra misión cuando nuestros clientes cumplen las suyas" y nuestra misión de "crear oportunidades para personas con discapacidades".

Skookum utiliza los productos Maximo de IBM y EX Max Mobile para proporcionar las mejores herramientas posibles a nuestra fuerza laboral. La capacidad de aprovechar la tecnología y la mejora de procesos demuestra nuestra capacidad para ayudar a nuestros clientes a cumplir su misión y, al mismo tiempo, permitir que nuestros empleados puedan ser lo más productivos posible. En esencia, Maximo proporciona tecnología de asistencia que ayuda a nuestros empleados a tener éxito en sus trabajos.

Ser reconocidos por nuestros esfuerzos con el premio al **mejor programa de gestión de la ejecución del mantenimiento de 2017** de los Uptime® Awards implica un gran agradecimiento y demuestra nuestra calidad en el apoyo a nuestro cliente, que en este caso es el Ejército de los Estados Unidos en Fort Lee, Virginia. En Fort Lee, hemos desarrollado la tecnología que es el trampolín para que nuestro equipo aproveche esta experiencia y la pueda poner en práctica en otras ubicaciones en Skookum. Actualmente, tenemos más de 300 usuarios en múltiples instalaciones de Maximo en todo el país.

*Mejor Programa  
de Gestión de  
la Ejecución del  
Mantenimiento*





## Mejor Programa de Liderazgo en Confiabilidad



## MERCEDES-BENZ U.S. INTERNATIONAL, INC.

Mercedes-Benz U.S. International, Inc. (MBUSI), fundada en 1993, es una planta de cinco millones de pies cuadrados en Vance, Alabama, que puede producir 300 000 unidades anualmente, incluyendo los modelos GLS, GLE, GLE Coupe y C-Class. El departamento de mantenimiento de la MBUSI ha logrado cambiar su cultura a través de la evolución, no de la revolución. Comparamos prácticas de mantenimiento en plantas en muchas industrias, incluyendo: plantas automotrices (en EE. UU. y Alemania); farmacéuticas; aeroespaciales; de procesamiento químico; refinerías de petróleo; fábricas de acero e incluso una cervecería; y un parque temático. Nos dimos cuenta de que no importa "lo que se hace", sino "cómo se hace".

Primero, capacitamos a la organización en las mejores prácticas de confiabilidad y, al mismo tiempo, comenzamos a comunicar claramente nuestra meta para ser más proactivos en lugar de reactivos. El equipo desarrolló un programa basado en mejores prácticas, que incluye: análisis de criticidad con el objetivo de optimizar las tareas de mantenimiento preventivo (PM); respuesta organizada ante averías; resolución de problemas basada en datos; planificación y ejecución del mantenimiento; herramientas de mantenimiento predictivo (PdM); niveles de existencias en almacenes; obsolescencia técnica; capacitación en toda la planta; y una asociación mejorada entre mantenimiento y operaciones. Dedicamos recursos multidisciplinarios de todos los niveles de la organización para pasar ocho horas por día diseñando soluciones sostenibles que se adapten al ADN de la MBUSI.

Creamos una oficina de gestión de programas para gestionar las interdependencias e instaurar y sustentar las nuevas soluciones de acuerdo con un plan. No solo hemos instaurado con éxito las mejores prácticas de confiabilidad y cambiado nuestra cultura de reactiva a proactiva, sino que también hemos visto que, cuando se les da la oportunidad de mejorar su organización, las personas avanzan y se convierten en líderes en todos los niveles de la organización.



## Mejor Programa de Gestión de Activos



## SOUTHERN GARDENS CITRUS PROCESSING

Southern Gardens Citrus (SGC) Processing es un proveedor mundial de jugo de naranja de la Florida 100 % puro, no concentrado, para la industria de etiquetas privadas y las principales marcas. Nuestra misión es "mejorar continuamente y convertirnos en un proveedor de bajo costo de productos cítricos de alta calidad para nuestros clientes mientras maximizamos las ganancias para nuestros accionistas".

En 1995, se creó una iniciativa de excelencia de mantenimiento para mejorar el programa de mantenimiento. Parte de esta iniciativa fue avanzar en la gestión de activos y proyectos. Creamos una lista de activos donde los catalogamos y calculamos su vida útil restante. A medida que las máquinas comienzan a llegar al final de su vida útil, la gerencia las revisa y las pone en el plan de capital de 5 años. El plan de capital de 5 años tiene ingresados reemplazos de los activos marcados para alcanzar el final de su vida útil, proyectos de necesidades del negocio o un cambio aprobado en los activos existentes.

En 2006, se creó el proceso de gestión del cambio (MOC) fusionando dos procesos diferentes relacionados con la mejora continua: los informes de mejora y la sección de gestión del cambio de nuestro proceso de gestión de seguridad de los procesos (PSM). El eje central de nuestra gestión de activos es nuestro proceso MOC.

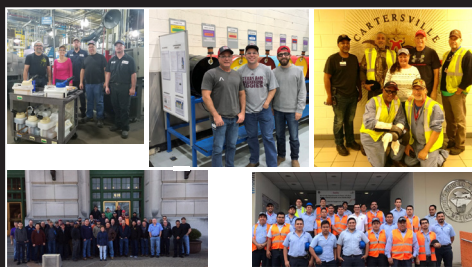
Este proceso MOC está documentado con funciones y responsabilidades definidas y cubre todas las solicitudes de proyectos y activos. Las principales entradas al proceso MOC provienen de nuestro proceso de análisis de causa raíz, cambios de activos existentes, necesidades del negocio y elementos de PSM.

En 2015, establecimos un plan estratégico de gestión de activos (SAMP) que dirige y revisa la gerencia ejecutiva. Como lo indica la norma ISO55000, este plan está de acuerdo con los objetivos y políticas de nuestra empresa. Nuestro plan de capital de 5 años, la lista de activos y el proceso MOC son parte de nuestro SAMP.

Los resultados de nuestro programa de gestión de activos continúan generando beneficios con la reducción de: los costos totales de planta en un 11.5 % durante 18 meses; los costos de mantenimiento totales de un 16.9 % durante 18 meses; el trabajo de emergencia en un 25 % en tres años; los niveles de personal requeridos por deserción 15 % durante 12 meses; y la finalización del proyecto aumentó en 16.5 % durante 12 meses.



## Mejor Programa de Lubricación para Confiabilidad



## EQUIPO DE LUBRICACIÓN DE AB INBEV

AB InBev es una empresa de propietarios. Nuestras oficinas centrales se encuentran en San Luis (Misuri) y la Ciudad de Nueva York (Nueva York). Elaboramos dos de las cervezas más vendidas del mundo: Budweiser (introducida en 1876) y Bud Light (introducida en 1982). Nos asociamos estrechamente con nuestros mayoristas para promover el consumo responsable de alcohol. Nos enfocamos en gestionar nuestro impacto ambiental "de la semilla a la mesa", incluyendo el uso de agua, energía, reciclaje y empaque. Proporcionamos contribuciones financieras y colaboramos con organizaciones benéficas que apoyan la educación, el medioambiente, el desarrollo económico, el alivio de desastres y el personal militar.

Nuestro exitoso programa de lubricación se ha instaurado en muchos lugares del mundo. El programa consiste en un conjunto de pautas para mostrar a los equipos de lubricación cómo organizar áreas, instaurar herramientas de corrección de errores y realizar análisis de aceite. Se diseñaron ocho secciones de información compilada para crear un conjunto de herramientas de lubricación que sirve como guía maestra. El progreso se mide con un conjunto de preguntas de evaluación durante la lubricación "Buenas prácticas de operación". La evaluación visualiza oportunidades y desarrolla acciones con responsabilidad. En conclusión, el éxito del programa nos proporciona más estabilidad en la producción, contribuye a la confiabilidad de la maquinaria, controla los costos y reduce los problemas de lubricación.

Piense en la importancia de enseñar sobre la lubricación. La confiabilidad de la maquinaria depende de las mejores prácticas de lubricación. Nuestros sistemas necesitan programas de lubricación para permitir que las plantas operen de manera segura con la eficiencia y confiabilidad óptimas.





## Mejor Programa de Confiabilidad Ecológica



## DIVISIÓN DE INGENIERÍA, MALAYSIA AIRPORTS HOLDINGS BERHAD

La División de Ingeniería de los Aeropuertos de Malasia es responsable del mantenimiento de la infraestructura aeroportuaria del grupo, valorada en miles de millones de ringgits (dólar de Malasia), para garantizar que sigamos ofreciendo el servicio más eficiente y seguro a nuestras aerolíneas asociadas, así como a los pasajeros que utilizan nuestras instalaciones. En línea con nuestros compromisos ecológicos y nuestro apoyo al objetivo nacional de reducir el 45 % de las emisiones de carbono para 2030, estamos trabajando para reducir el consumo de energía y garantizar que una mayor parte de nuestra energía provenga de fuentes renovables. Ya hemos podido reducir el consumo de electricidad a 9 510 583 kWh/año, lo que equivale a 1463 hogares con electricidad por año. La instalación de mástiles con diodos emisores de luz (LED) ha generado el importante ahorro de energía del 69 % o 782 784 kWh/año y también ha reducido las emisiones de carbono en el Aeropuerto Internacional de Kuala Lumpur (KLIA) a 1951 toneladas de CO<sub>2</sub>e por año. El Sistema de Gestión de Energía Electrónica (EnMS), un marco aceptado mundialmente para gestionar la energía, se ha utilizado desde entonces y nos permite controlar y ajustar el rendimiento energético, el perfil y el índice de energía de la construcción de cada instalación.

Estamos orgullosos de nuestros empleados a medida que seguimos luchando por la excelencia al reconocer su capacidad de pensamiento progresivo en lo local e internacional con los siguientes galardones:

- Reconocimiento a Aeropuertos Ecológicos de ACI Asia Pacific 2017: Platino - KLIA;
- Premio de Oro de 3 estrellas en la Convención Internacional sobre Círculos de Control de Calidad, Bangkok (2016);
- Premio de Oro de 3 estrellas en la Convención del Centro de Productividad de Malasia en Excelencia Técnica: equipo del sistema de manejo de equipaje, equipo de suministro de energía eléctrica y equipo de servicios de construcción;
- Mejor facilitador para la excelencia técnica: Amran Abdul Razak y Mohd Fauzi Ismail;
- Mejor Categoría de Gestión de Quejas en el Simposio de transporte público terrestre SPAD, KLIA;
- Mención de Honor por el ACI Asia-Pacific, Premio al joven ejecutivo 2016 - Mohd Khairulfatin Zulhaimi;
- Premio Especial de Reconocimiento a la Mejor Cultura de Confiabilidad - *Uptime*® Awards, USA, (2015).

Para concluir, nosotros, el equipo de ingeniería de Malaysia Airports Holdings Berhad, estamos comprometidos y dedicados a servir a nuestras partes interesadas y también a promover las mejores prácticas en operaciones de ingeniería y mantenimiento en todo el grupo. Continuaremos nuestro mejor esfuerzo y que Dios nos bendiga a todos.



Premio de  
Reconocimiento  
Especial de  
Seguridad en  
Mantenimiento



## CINTAS CORPORATION

Cintas Corporation ayuda a más de un millón de empresas de todos los tipos y tamaños a estar listas para abrir sus puertas con confianza todos los días al proporcionar una amplia gama de productos y servicios que mejoran la imagen de nuestros clientes y ayudan a mantener sus instalaciones y empleados limpios, seguros y con su mejor aspecto. Cintas Corporation ayuda a sus clientes a estar **Ready for the Workday**® (listos para su día de trabajo) con productos y servicios que incluyen: uniformes, tapetes, trapeadores, suministros para baños, productos de primeros auxilios y seguridad, extintores y pruebas, capacitación en seguridad y cumplimiento.

### ASPECTOS DESTACADOS DEL PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE SEGURIDAD EN MANTENIMIENTO DE CINTAS CORPORATION

Debido a la naturaleza del trabajo que completan nuestros socios de mantenimiento, se convirtió en nuestro deseo que cada uno se convierta en un líder de seguridad. Después de todo, los socios de mantenimiento tienen el potencial de estar y tocar cada área de cada planta, incluidas las áreas que la mayoría de los demás socios nunca visitarán. Nos pareció fundamental que estuvieran altamente capacitados en el conocimiento y la comprensión para realizar todos los aspectos de su trabajo de forma segura.

Nuestro equipo desarrolló un programa para abordar este conocimiento y comprensión en el esfuerzo de desarrollar cada socio de mantenimiento para ser un líder de seguridad en su ubicación. El programa está dirigido y coordinado por los socios de campo del departamento de ingeniería corporativa y cuentan con el apoyo de los equipos de seguridad corporativa y salud basados en el campo.

Los elementos del programa constan de varios segmentos y actividades para guiar a nuestros socios en su viaje hacia la excelencia en sus trabajos diarios.

- **Guía de estudio.** Preguntas de las diversas capacitaciones de seguridad existentes para que los socios estudien y obtengan conocimiento.
- **Llamadas semanales de capacitación.** Los socios deben asistir a una llamada de capacitación semanal durante la cual se revisarán las preguntas en la guía de estudio.
- **Preguntas y respuestas.** Los socios serán evaluados en muchas preguntas de la guía de estudio. El panel de certificación estará compuesto por el gerente general de la planta, el ingeniero corporativo, el coordinador de seguridad y otros.
- **Preguntas de situaciones.** Se discutirán situaciones de la vida real con cada socio para demostrar que saben cómo practicar las habilidades y el conocimiento que han aprendido.
- **Demostración.** "De la teoría a la práctica"; se requiere que el socio complete exitosamente una demostración en vivo de las habilidades, involucrando procedimientos de ingreso al espacio confinado, acceso directo al panel eléctrico, cierre de sesión y etiquetado de seguridad.

Una vez completados con éxito estos pasos, el socio queda certificado, se le otorga un trofeo y se le considera un líder de seguridad en su organización.



Premio de  
Reconocimiento  
Especial al Mejor  
Diseño Centrado  
en la Confiabilidad



## THE MOSAIC COMPANY

Mientras que el terreno dedicado a la agricultura se reduce y las poblaciones van en aumento, la misión de Mosaic es ayudar al mundo a cultivar los alimentos que necesita mediante la producción de fertilizantes de calidad que aumentan el rendimiento de los cultivos. The Mosaic Company tiene casi 9000 empleados en todo el mundo y es el mayor productor mundial de fertilizantes de fosfato y potasa. La unidad comercial de fosfato de Mosaic opera minas en Florida y procesa plantas en Florida y Luisiana, que producen nutrientes concentrados de cultivos de fosfato.

En 2013, Mosaic colaboró con Allied Reliability Group para mejorar los elementos de confiabilidad de su proceso de gestión de proyectos de inversión (CPM). Antes de eso, existían referencias vagas a la confiabilidad y mantenibilidad, pero el proceso de CPM carecía de definición y los resultados a menudo no eran satisfactorios. Durante los siguientes años, Mosaic reunió una guía específica para numerosos elementos de confiabilidad dentro de su proceso CPM. En esencia, Mosaic elevó las expectativas de un producto aceptable de un proyecto de capital para incluir:

- consideraciones de diseño para la mantenibilidad y la confiabilidad de los activos a lo largo del ciclo de vida total;
- un Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento (CMMS) actualizado con jerarquía y atributos de activos;
- estrategias de activos basadas en el modo de fallas desarrolladas a través del análisis de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) o análisis modal de fallos y efectos (FMEA o AMFE);
- planes de mantenimiento de maquinarias desarrollados e instaurados antes de su puesta en marcha;
- listas de materiales de activos realizadas en el CMMS y piezas de repuesto críticas inventariadas;
- garantía de calidad (QA) y control de calidad (QC) mejorados y programas de comisión.

Una vez que Mosaic instauró el proceso de CPM mejorado, los empleados aprovecharon las mejoras al aplicarlas en un proyecto de capital importante. El resultado de este crucial proyecto cumplió con casi todas las medidas del proyecto, además de tener una puesta en marcha de "lanzamiento vertical" en términos de proporcionar la producción esperada rápidamente. Mosaic continúa perfeccionando el proceso de diseño centrado en la confiabilidad (RCD) y aprovechándolo en proyectos de capital en toda la empresa.



# 2018

## POSTULE SU PROGRAMA PARA LOS *UPTIME*® AWARDS DEL 2018

Los *Uptime*® Awards reconocen a los mejores y más innovadores profesionales en confiabilidad del mundo. Obtenga exposición y reconocimiento para su programa de confiabilidad y gestión de activos.



**¡APRESÚRESE!** LAS PROPUESTAS DEBEN  
ENVIARSE ANTES DEL 30 DE ABRIL.

**uptimeawards.com**

### BENEFICIOS DE PARTICIPAR EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE LOS *UPTIME*® AWARDS:

- **CREAR** una oportunidad para la evaluación externa y comparar su programa con otros.
- **DEFINIR** el caso de negocio para un programa sostenible.
- **FOMENTAR** el trabajo en equipo y reconocer todas las contribuciones de las partes interesadas.
- **COMPARTIR** los detalles del programa y las mejores prácticas con la comunidad global de confiabilidad y gestión de activos para crear un intercambio de conocimiento y comparar el conocimiento externo.
- **RECIBIR** reconocimiento interno, validación de programa y apoyo organizacional.

Uptime® es una marca registrada de NetexpressUSA Inc. d/b/a Reliabilityweb.com y sus afiliados en EE. UU. y varios países más.

**¡ANOTE LA  
FECHA!**

10 al 14 de diciembre de 2018  
Bonita Springs, Florida



The **33rd** International Maintenance Conference

**imc-2018.com**

+1 (239) 333-2500





# EL VIAJE HACIA LA EXCELENCIA EN CONFIABILIDAD DE **MERCEDES-BENZ**

por Justin McCarthy

Orador en la Conferencia Internacional  
de Mantenimiento (IMC) 2017







## Mejor Programa de Liderazgo en Confiabilidad de 2017

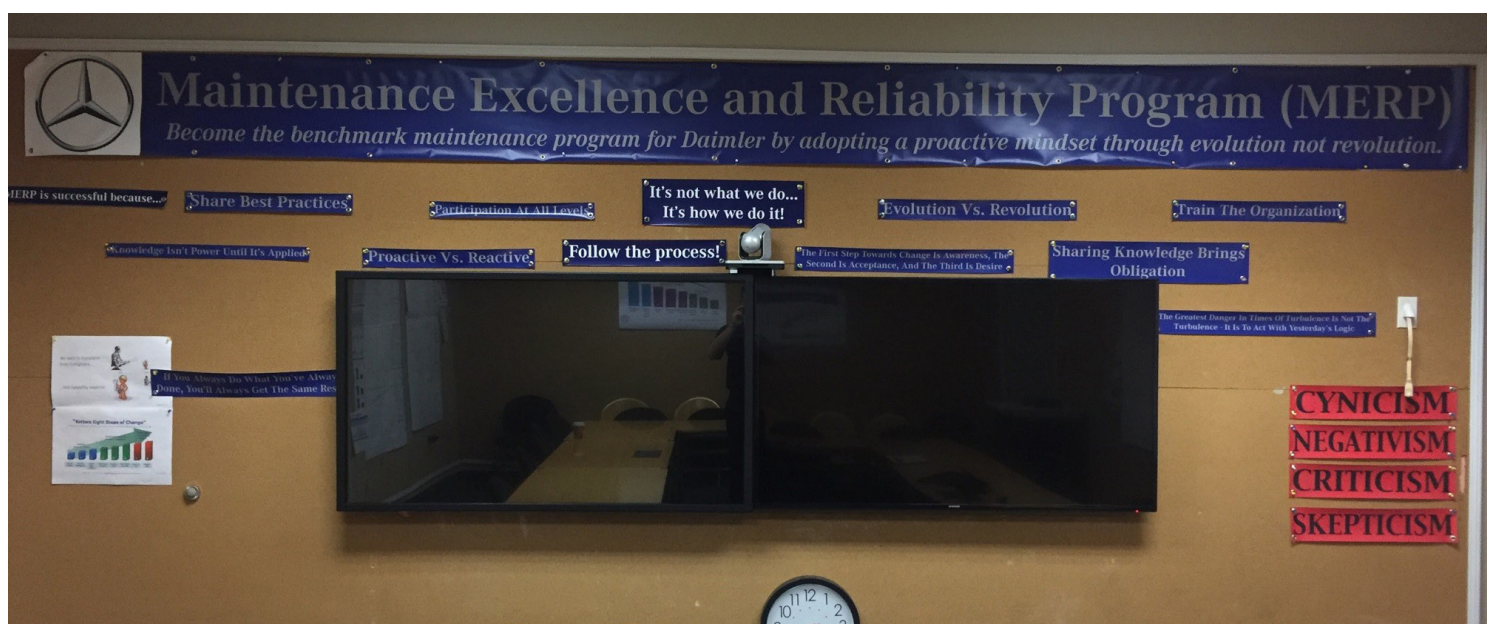


**L**a planta Mercedes-Benz U.S. Internacional (MBUSI), localizada en Vance, Alabama, y donde se fabrican SUV y sedanes, pasó por algunos cambios organizacionales en agosto de 2011. Ken Hayes se había desempeñado como gerente sénior en diversos departamentos de Mercedes-Benz y regresó al departamento de mantenimiento e ingeniería después de ocho años de gestionar las operaciones de producción de ensamblaje y carrocerías. No estaba satisfecho con la falta de crecimiento de los sistemas de man-

tenimiento y decidió hacer una comparación con otras instalaciones de Daimler para ver si había prácticas que podría aplicar en la planta MBUSI. Al darse cuenta de que los desafíos de mantenimiento eran muy similares en las otras plantas, buscó un enfoque diferente.

Tres años después, en octubre de 2014, la organización se estaba descentralizando y se estaban haciendo preparativos para una importante actualización del modelo. El Sr. Hayes, ahora responsable de las estrategias de mantenimiento en toda la planta, solicitó a Justin McCarthy (autor

de este artículo) como ingeniero de estrategia de mantenimiento, que fuera responsable de buscar mejores enfoques. El Sr. McCarthy era un ingeniero de mantenimiento bastante nuevo, lo que lo hacía un candidato perfecto para definir un nuevo sistema. El Sr. Hayes quería a alguien que fuera principiante para evitar caer en los malos hábitos del pasado. Convocó una reunión de dos horas con los gerentes de mantenimiento de cada uno de los talleres (carrocería, pintura, ensamble, normas de instalaciones y centrales) para comenzar a definir una visión de cómo sería la excelencia en el man-



**Figura 1:** Presencia de la marca en el centro de operaciones de mantenimiento





**Convertirnos en el programa de mantenimiento de referencia al adoptar una mentalidad proactiva a través de la evolución, no la revolución.**



tenimiento. Pese a que cada taller trabajaba para fabricar los mismos autos, fue dolorosamente evidente que los casi 350 técnicos e ingenieros de mantenimiento seguían diferentes procesos. Lo único en que los gerentes parecían estar de acuerdo era en que la organización de mantenimiento estaba demasiado ocupada “apagando incendios” como para resolver realmente algo. ¡El mantenimiento necesitaba un sistema completamente nuevo!

El Sr. Hayes rápidamente estableció un centro de operaciones de mantenimiento e hizo que las reuniones de dos horas con los gerentes fueran semanales. Con perseverancia, el grupo continuó debatiendo cuál debería ser la visión. A pesar de que todos estuvieron de acuerdo con que el mantenimiento necesitaba un cambio, fue una dura batalla convencer a los gerentes para que creyeran que se podía hacer. Muchas veces, al compartir ideas sobre la utopía del mantenimiento, uno u otro de los gerentes interponía motivos por los que no podía cambiar. Cada vez que el Sr. Hayes escuchaba el consabido “pero así es como siempre ha sido...”, explicaba apasionadamente: “¡Hay mucho poder en esta sala! Si podemos llegar a un acuerdo sobre el camino para nuestro sueño y justificarlo, tendremos todos los recursos que necesitamos para hacerlo realidad”. Así que empezó a colgar carteles de gestión del cambio para ambientar su centro de operaciones.

¡Probablemente pasaron seis meses de discusiones antes de que los gerentes realmente aceptaran que podían cambiar la manera de hacer negocios! Finalmente, llegaron a un acuerdo sobre su declaración de visión: “Convertirnos en el programa de mantenimiento de referencia al adoptar una mentalidad proactiva a través de la evolución, no la revolución”.

En marzo de 2015, el Sr. McCarthy participó en un “curso intensivo de entrenamiento” en confiabilidad que explicaba qué es la confiabilidad, por qué la confiabilidad es importante para el mantenimiento y cómo instaurar un programa de confiabilidad. Uno de sus maestros fue Ramesh Gulati, quien escribió el libro sobre confiabilidad. El Sr. McCarthy convenció al Sr. Gulati para que visitara la planta de Mercedes-Benz y conociera al Sr. Hayes. El hecho de que la visión del Sr. Gulati coincidiera tanto con la del grupo convenció a los gerentes de que estaban en el camino correcto.

El equipo debía comprender cómo era un programa de mantenimiento de clase mundial. Compararon casi 20 plantas en EE. UU. y Europa. Y no se limitaron a la industria automotriz. Visitaron plantas aeroespaciales y de procesamiento químico, refinerías y fabricantes de productos farmacéuticos, ¡incluso acompañaron al gerente de mantenimiento de un parque temático para aprender! Observaron que cada departamento de mantenimiento enfrenta desafíos similares y ninguno realmente los había solucionado a todos. La mayor enseñanza fue que los mejores programas habían adoptado una actitud centrada en la confiabilidad en todos los niveles de la organización.

Todos los gerentes realizaron la capacitación en confiabilidad e inmediatamente comenzaron a guiar a técnicos, ingenieros e incluso colegas de otros departamentos a través de un curso intensivo de entrenamiento en confiabilidad de tres días. Los comentarios sobre las clases fueron interesantes; la mayoría estuvo de acuerdo en que así debía ser el mantenimiento, pero pocos creían que estos cambios pudieran ocurrir en MBUSI. Habían visto demasiadas



**Figura 2:** Un triunfo rápido desarrollado por el equipo: un programa de embalaje





## El mensaje fue claro: el MERP no es de una persona, es el programa de todos.



iniciativas “de moda” convertirse en iniciativas inestables después de perder el apoyo de la gerencia.

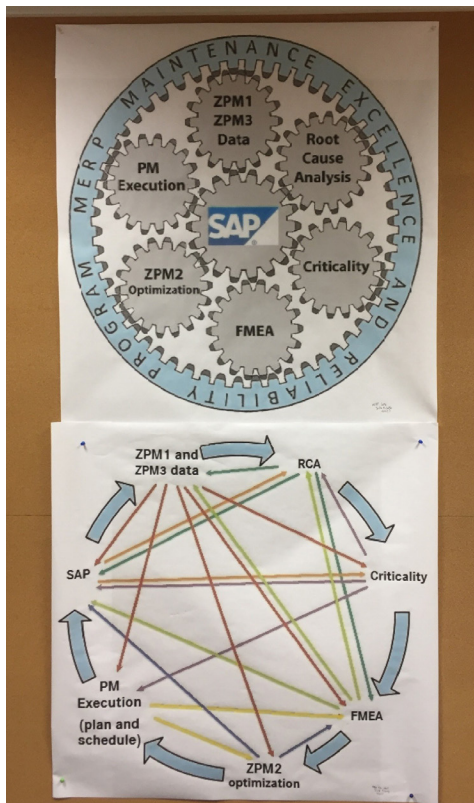
Ante esta adversidad, el Sr. Hayes decoró la pared del centro de operaciones con más carteles para recordarle al equipo que este era un viaje a largo plazo. Los carteles decían:

- “El mayor peligro en tiempos de turbulencia no es la turbulencia, es actuar con la lógica de ayer”;
- “Si hace lo que siempre ha hecho, siempre obtendrá el mismo resultado”;
- “Compartir el conocimiento genera obligación”;
- “Capacite a la organización”;
- “El primer paso hacia el cambio es la conciencia, el segundo es la aceptación y el tercero es el deseo”; y,
- “Siga el proceso”.

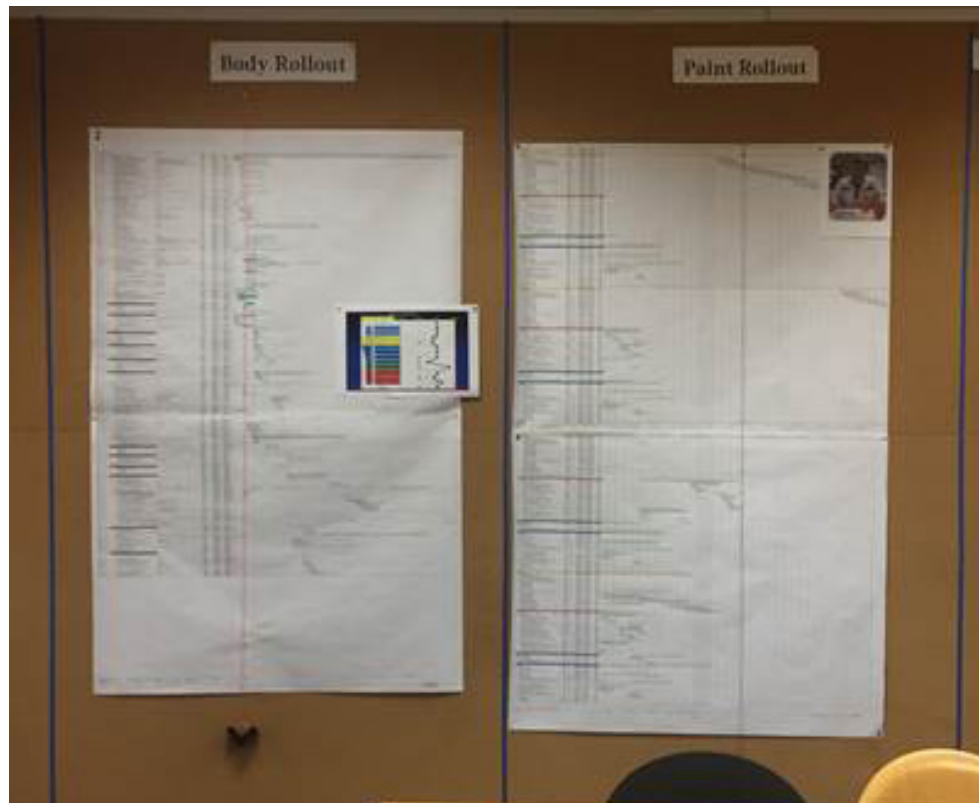
Los gerentes de mantenimiento tomaron estos comentarios en serio. Se dieron cuenta de que las emociones, las luchas pasadas y la renuencia al cambio serían los mayores desafíos para cambiar la actitud de la organización. Para mostrar cuán serios eran acerca de este sueño, los gerentes de mantenimiento hicieron lo siguiente: patrocinaron a su primer Profesional Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP); contrataron a un especialista en Sistemas Computarizado de Gestión del Mantenimiento (CMMS) con experiencia en confiabilidad para optimizar su sistema SAP; y comenzaron a tener reuniones mensuales de mantenimiento a las que asistían todos los técnicos para compartir actualizaciones de la planta y novedades sobre confiabilidad. Pusieron a prueba un programa de embalaje que se hizo popular entre los técnicos y probaron sensores de vibración que evitaron una avería importante. El Sr. Hayes reconoció la importancia de separar estos cambios de las iniciativas fallidas del pasado. Su mantra se







**Figura 3:** El logotipo con engranajes del MERP ilustra cómo se entrelazan las herramientas



**Figura 4:** Plan de instauración del MERP de cada taller

convirtió en: “No es lo que hacemos... es cómo lo hacemos”. Las diapositivas de la presentación tenían la marca distintiva, las herramientas se veían diferente, las palabras de las iniciativas pasadas se excluyeron del vocabulario de los gerentes y los gerentes se aseguraron de que los técnicos de mantenimiento pudieran presentar los triunfos rápidos a la alta gerencia.

El alcance del programa presentado por el Sr. Hayes y los gerentes de mantenimiento fue masivo. Sus triunfos rápidos generaron cierto ímpetu, pero para obtener el apoyo total de la alta gerencia, aún necesitaban justificarlo a nivel financiero. En octubre de 2015, el Sr. Hayes contrató un grupo para realizar una evaluación de tres semanas en la organización de mantenimiento. Los hallazgos que este grupo informó al equipo de la alta gerencia fueron más prometedores de lo esperado. El departamento de mantenimiento era lo mejor que habían visto para reaccionar rápidamente, pero había una gran oportunidad de aumentar la eficiencia y reducir sustancialmente los costos al adoptar un sistema proactivo. ¡Esto llamó la atención del director financiero! Los triunfos rápidos del Sr. Hayes y su equipo mostraron a la alta gerencia que el equipo de mantenimiento apoyaría el nuevo sistema y ahora estaban convencidos de que había una justificación financiera

significativa. Todo lo que quedaba era armar un plan para lograr resultados sostenibles.

Los gerentes de mantenimiento definieron y priorizaron siete “paquetes de trabajo” iniciales basados en el beneficio posible y la preparación de la cultura para adoptarlos. El Sr. Hayes rápidamente se dio cuenta de que en el programa se debía dar un paso a la vez. A falta de un término mejor, esta nebulosa transformación de la confiabilidad se denominó “Mantenimiento 2.0”. Pero al formalizar el programa, el Sr. Hayes y el equipo anunciaron que se llamaría Programa de Excelencia y Confiabilidad del Mantenimiento o MERP (por sus siglas en inglés).

A pesar de que 170 personas habían sido capacitadas durante el curso de entrenamiento en confiabilidad de tres días, los técnicos de mantenimiento reaccionaron negativamente cuando se anunció el MERP. ¡Muchos hasta creyeron que era una iniciativa secreta de reducción de personal! Surgieron algunas interpretaciones muy ingeniosas del acrónimo: “Programa de reducción de ingeniería y mantenimiento”; “Hacer que todos lamenten participar”; “Los ingenieros de mantenimiento recurren a la oración”; y el favorito del Sr. Hayes, “Programa de recompensas para ejecutivos de Mercedes”. Estaba claro que si el grupo quería lograr su visión de adoptar una ac-

titud proactiva mediante la evolución en lugar de la revolución, los equipos de mantenimiento debían participar en la definición de las nuevas normas. Entonces, colocó otro cartel: “Participación en todos los niveles”.

En función de la situación actual con respecto al abastecimiento de recursos de la organización, el grupo decidió apoyar tres paquetes de trabajo a la vez: criticidad, resolución de problemas y ejecución del mantenimiento planificado. El equipo aplicó su capacitación en confiabilidad y las mejores prácticas de la evaluación comparativa para definir un marco de alto nivel para estos tres paquetes de trabajo. A cada paquete se le asignó un gerente de mantenimiento como patrocinador y un equipo multidisciplinario de técnicos e ingenieros con representación de cada taller. Estos equipos diseñarían procesos y normas sostenibles para ajustarlos al marco de trabajo. Finalmente, un ingeniero de cada equipo perteneciente a los tres “paquetes de trabajo” fue seleccionado para ser el líder de su respectivo equipo y el titular estándar de toda la planta. El líder de cada paquete de trabajo recibió una semana de capacitación externa en ingeniería de confiabilidad antes de inscribirse en cursos de aprendizaje en línea (*eLearning*) específicos para su paquete de trabajo.



# El MERP forma parte del trabajo diario de casi todos los técnicos e ingenieros de mantenimiento de la MBUSI y la planta ya está obteniendo ganancias.



Los gerentes de mantenimiento crearon una oficina de gestión de programas (PMO) para gestionar todo este cambio, eliminar obstáculos, identificar y mitigar riesgos y comunicar el progreso en toda la planta. La PMO era responsable de involucrarse con los equipos de cada paquete de trabajo, escalar los problemas a los gerentes correspondientes e informar el progreso mensual a la alta gerencia. La alta gerencia aceptó apoyar este plan y formó un comité directivo que incluye al director ejecutivo, al director financiero, al vicepresidente de cada taller y al Sr. Hayes.

¡Finalmente, se estableció la estructura del programa! En julio de 2016, los tres equipos multidisciplinarios fueron retirados de sus trabajos diarios para dedicarle el 100 por ciento de su tiempo al MERP. Al comienzo los equipos estaban aprensivos. Necesitaban la garantía firme de que no se esperaran resultados inmediatos de ellos ni que debían ajustarse a un cronograma. Los gerentes-patrocinadores trabajaron estrechamente con sus equipos para proporcionar estructura. Primero, facilitaron la definición de los lineamientos de cada paquete de trabajo. Los equipos enumeraron sus objetivos a corto, mediano y largo plazo antes de describir las tareas necesarias para lograr dichos objetivos.

Inmediatamente, los equipos reconocieron los beneficios de trabajar a nivel multidisciplinario. Aprendieron mucho comparando prácticas entre talleres, lo que finalmente dio como resultado procesos más sólidos diseñados para trabajar en cualquier parte de la planta. El grupo no quería que este fuera otro programa descendente, por lo que se alentó la participación para impulsar la aceptación. El mensaje fue claro: el MERP no es de una persona, es el programa de todos. El Sr. Hayes intervendría en estas discusiones para brindar apoyo y confianza y, al mismo tiempo, asegurar que cada equipo siguiera la visión. El grupo notó una reacción muy positiva; los equipos asumieron sus tareas y se enorgullecieron del trabajo que habían realizado.

La reestructuración de los empleados que se asignaron al MERP ocasionó estrés en aquellos empleados que tuvieron que asumir el trabajo adicional. El Sr. Hayes contrarrestó esto generando entusiasmo por el MERP. Organizó una feria interactiva en la entrada de la planta con herramientas de mantenimiento predictivo para demostrar los beneficios de un sistema proactivo. Creó el *MERP Monthly*, un boletín mensual para compartir las actualizaciones del MERP con los equipos de mantenimiento e ingeniería de la planta. Se distribuyeron calcomanías para cascos y medallas al mérito a los participantes. Se colocaron folletos trípticos que explicaban el propósito de los paquetes de trabajo en todas las oficinas de ingeniería y centros de equipos de trabajo de mantenimiento. Se escribió un artículo en el periódico de la empresa destacando la visión y el estado del MERP. El Sr. Hayes se aseguró de asistir a todas las reuniones mensuales de mantenimiento y a la sesión de capacitación para responder preguntas y difundir la pasión por la visión. Incluso convenció al director ejecutivo para que expresara su entusiasmo por el MERP durante la reunión trimestral de todos los equipos.

Durante los siguientes tres meses, los equipos desarrollaron herramientas y procesos de mantenimiento sostenibles de clase mundial, específicamente para la cultura y el “ADN” de la MBUSI. El equipo de criticidad diseñó matrices de criticidad para cuantificar qué activos son más importantes para los objetivos del negocio. Luego, los miembros del equipo crearon una plantilla integral de análisis modal de fallos y efectos (FMEA o AMFE) que asigna una ponderación del riesgo a cada modo de falla posible en una pieza crítica de la maquinaria. La herramienta del plan de mantenimiento de maquinaria convierte los resultados del FMEA en una lista de tareas ideales para mantener una pieza de una máquina, incluyendo acciones de mantenimiento preventivo (PM) basadas en el tiempo, tareas de operaciones

y controles predictivos. Finalmente, su panel de optimización de mantenimiento preventivo (PM) sugiere ajustes a la frecuencia del PM. El equipo designó técnicos de mantenimiento en todas partes para recopilar información y revisar sus ideas.

El equipo de resolución de problemas renovó completamente el enfoque de la planta para la resolución de problemas. El registro de resultados del análisis de causa raíz clasifica los problemas según la criticidad y varios otros factores para enfocar los esfuerzos en los problemas más importantes. Este nuevo proceso limita a un ingeniero a dos problemas a la vez, de modo que pueda concentrarse en resolver completamente un par de problemas en lugar de intentar “vendar” muchos. Las herramientas de resolución de problemas del equipo permiten que un ingeniero, con la ayuda del equipo multidisciplinario, considere todas las causas posibles de un problema y justifique a nivel financiero las medidas correctivas propuestas. Además, el equipo de resolución de problemas definió un proceso de gestión de averías para que los equipos de mantenimiento fueran más efectivos al realizar esas tareas.

La planta MBUSI tiene interrupciones programadas cada fin de semana. ¡Es vital que este tiempo se use de la manera más eficiente posible porque generalmente es la única oportunidad para hacerle mantenimiento a la maquinaria! El equipo de ejecución del mantenimiento planificado optimizó el proceso de planificación del trabajo. Cada trabajo debe terminarse –independientemente de si lo realiza mantenimiento, un contratista u otro departamento de la MBUSI– y debe solicitarse a través del *software* SAP al menos con dos semanas de anticipación. Esto garantiza un soporte de mantenimiento adecuado los fines de semana y brinda a los planificadores el tiempo que necesitan para planificar y armar todos los trabajos de mantenimiento.

Cada nueva herramienta fue revisada por la PMO y otros líderes de los paquetes de trabajo an-





tes de finalizarse. El grupo descubrió que cada herramienta parecía depender de las herramientas de otros paquetes. ¡Esto creó el sistema!

En noviembre de 2016, los tres equipos de los paquetes de trabajo estaban listos para probar su herramienta con el fin de asegurar que todos trabajaran juntos. El comité directivo del MERP decidió instaurar el programa piloto en la zona del taller para la fabricación de la parte inferior de la carrocería, ya que esta área de la planta era la más afectada. Los equipos recibieron muchos comentarios de la planta durante el programa piloto. Por ejemplo, los criterios para activar el proceso de gestión de averías del equipo de solución de problemas fueron inicialmente confusos, por lo que el equipo rediseñó su bloc de notas de gestión de averías para que sirviera como un mapa del proceso y una herramienta de informes. El objetivo principal era eliminar el desperdicio y agregar valor a la organización de mantenimiento. El equipo

se centró en mantener las herramientas simples y efectivas.

El grupo notó un cambio en la actitud de mantenimiento en toda la planta. Las preguntas sobre si la gerencia estaba comprometida con el programa casi desaparecieron y la mayoría de los técnicos tuvieron más curiosidad por saber cómo los cambios afectarían su trabajo diario. Uno de los vicepresidentes dijo que alguien lo detuvo y le dijo: "El MERP es exitoso porque...". ¡Con eso fue suficiente!

En febrero de 2017, el Sr. Hayes y el equipo se convencieron de que las herramientas del MERP estaban listas para utilizarse en el resto de la planta. Cada gerente de mantenimiento colaboró con los líderes de los paquetes de trabajo para crear un calendario de instauración y capacitación para sus talleres. Como el equipo de cada paquete de trabajo contó con la representación multidisciplinaria de cada taller, ahora cada taller tenía un instruc-

tor técnico que estaba íntimamente familiarizado con cada paquete de trabajo.

Un plan de capacitación estandarizado fue crítico para un lanzamiento exitoso. En primer lugar, todos los afectados por la instauración recibieron capacitación de alto nivel para conocer los objetivos del MERP, seguida de una capacitación más detallada para cada paquete de trabajo. Se brindó capacitación de herramientas específicas según las funciones laborales. Actualmente, la planta lleva once meses en la instauración y dos tercios del plan de capacitación. El MERP forma parte del trabajo diario de casi todos los técnicos e ingenieros de mantenimiento de la MBUSI y la planta ya está obteniendo ganancias. Hasta la fecha, 409 personas han asistido al curso avanzado de entrenamiento en confiabilidad de tres días y 263 al curso de análisis de la causa raíz de dos días. En este momento la planta tiene 13 Profesionales Certificados en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP) y un nuevo Líder Certificado en Confiabilidad (CRL).

El MERP no se acabará cuando se instauren los tres paquetes de trabajo. Hoy en día, el grupo apoya activamente cinco nuevos paquetes de trabajo: almacén, mantenimiento predictivo (PdM), capacitación técnica, SAP y un paquete de trabajo de mantenimiento autónomo que involucra al departamento de operaciones. Con el masivo apoyo recibido de la alta gerencia, el grupo creará un legado del programa de mantenimiento de referencia mediante la evolución, no la revolución.

#### **Certificaciones de calidad y medioambientales de la planta MBUSI:**

- Certificación según la norma de sistemas de gestión de calidad de la Organización Internacional de Normalización (ISO): ISO/TS16949:2009
- Certificación de TUV Management Services según la ISO14001 - Sistemas de gestión ambiental, registro de certificado No. 12 104 11297 TMS



**Justin McCarthy** ha estado con Mercedes-Benz U.S. International durante 4 años. El señor McCarthy trabajó 1 año como ingeniero de mantenimiento en el taller de ensamblaje de SUV antes de pasar a la estrategia de mantenimiento de la planta.

Como gerente del Programa de Excelencia y Confiabilidad del Mantenimiento (MERP), el Sr. McCarthy está encantado con el progreso del equipo y entusiasmado por el futuro del mantenimiento en la planta MBUSI.  
[www.mbusi.com](http://www.mbusi.com)



# WIRAM

Women in Reliability  
and Asset Management

Conectando a líderes  
para progresar  
la Gestión de Activos y  
la Confiabilidad

## ÚNASE A NUESTRA RED WIRAM PARA:

- Ser parte de un grupo de colegas profesionales
- Expandir su círculo de conexiones y contactos
- Obtener oportunidades de liderazgo en su grupo local
- Desarrollar habilidades y cualidades de liderazgo
- Participar mensualmente en conferencias virtuales para aumentar sus conexiones
- Ser parte de mesas redondas en eventos de la industria
- Recibir publicaciones en liderazgo intelectual
- Ponerse en contacto con estudiantes de STEM



## ¡ÚNASE HOY MISMO!



@WomenAssetMgmt



<http://uptime4.me/wiram02>



<http://uptime4.me/wiram01>



[http://www.maintenance.org/  
pages/wiram-espanol](http://www.maintenance.org/pages/wiram-espanol)



# EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

# REVOLUCIONAN LA CONFIABILIDAD

por Richard Irwin

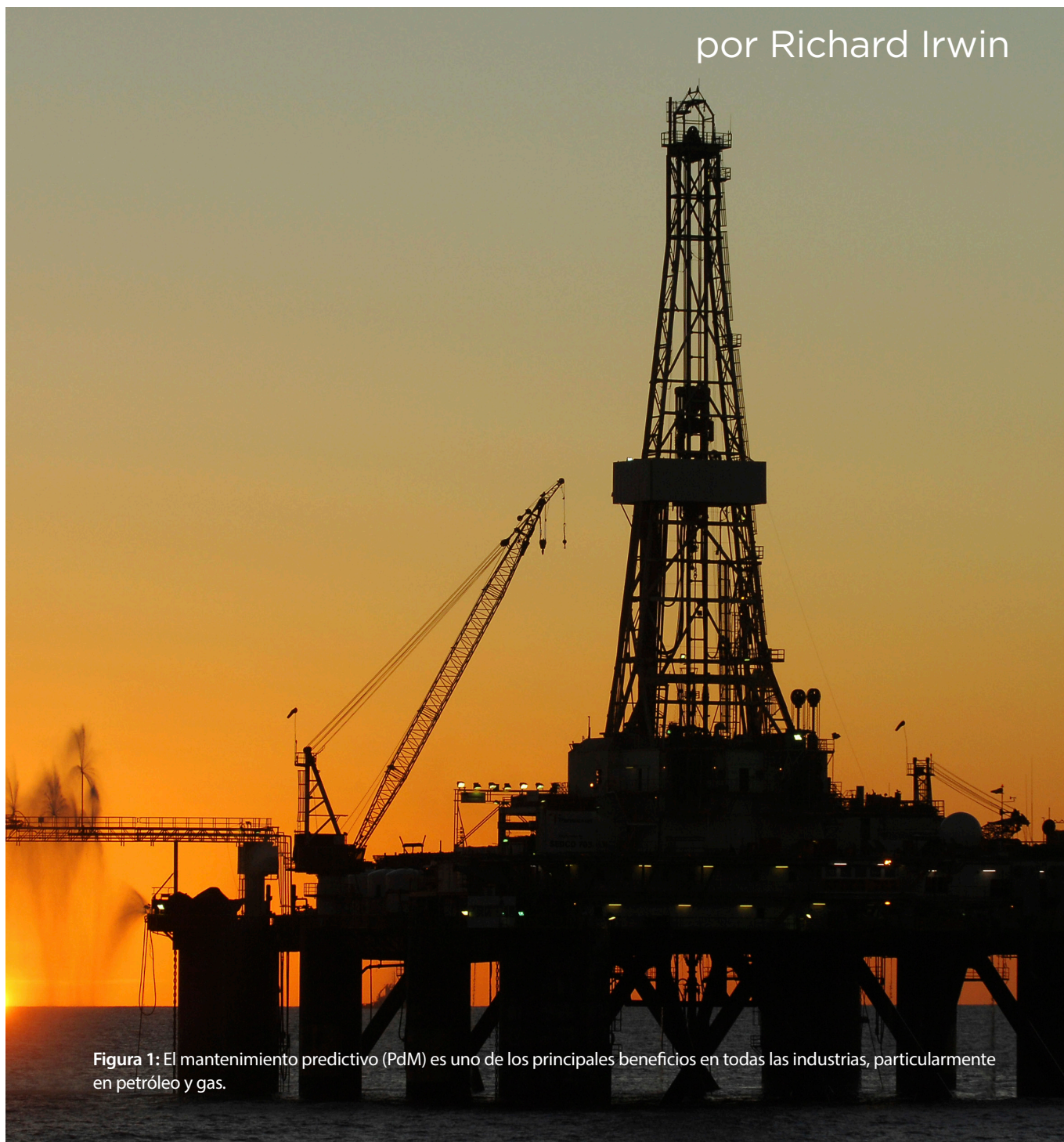


Figura 1: El mantenimiento predictivo (PdM) es uno de los principales beneficios en todas las industrias, particularmente en petróleo y gas.



## “El aprendizaje automático está preparando el camino para lograr formas más inteligentes y rápidas de tomar decisiones basadas en datos en el mantenimiento predictivo (PdM)”.

Uno de los objetivos de la confiabilidad es identificar y gestionar los riesgos en torno a los activos que podrían fallar y causar tiempo de inactividad innecesario y costoso. Las organizaciones saben que es importante identificar áreas de fallas potenciales y calificarlas en términos de probabilidad y consecuencia. También han establecido buenas estrategias de confiabilidad y han instaurado programas proactivos de mantenimiento basado en la condición. Pero ahora, el aprendizaje automático está ayudando a las organizaciones de mantenimiento a alcanzar un nivel elevado de inteligencia situacional para guiar las acciones y proporcionar advertencias tempranas de la falla inminente de los activos que anteriormente no se había detectado. El aprendizaje au-

tomático está preparando el camino para lograr formas más inteligentes y rápidas de tomar decisiones basadas en datos en el mantenimiento predictivo (PdM).

Si bien el aprendizaje automático se ha investigado durante décadas, su uso en la aplicación de inteligencia artificial (IA) en plantas industriales y operaciones de activos de infraestructura ahora avanza a un ritmo rápido. Esta afluencia en el uso del aprendizaje automático se debe a: el crecimiento de los macrodatos (*big data*); la expansión de Internet Industrial de las Cosas (IIoT); la disponibilidad de capacidad informática para procesar este aumento de datos; y la necesidad de capacidades predictiva y prescriptiva superiores para gestionar los activos complejos de la actualidad. Si bien el aprendizaje automático generalmente ha sido relacionado con industrias como el transporte y la banca (piense en automóviles autónomos y monitoreo de fraude, respectivamente), hay muchos usos del aprendizaje automático y el mantenimiento predictivo (PdM) en el sector industrial. Este artículo se centra en algunos de los principios del aprendizaje automático y las industrias preparadas para aprovechar su aplicación para maximizar los beneficios que el aprendizaje automático aporta en el mejoramiento de la inteligencia situacional, el desempeño y la confiabilidad.

Pero primero, es importante señalar que hay muchas opciones y técnicas disponibles para obtener más información y tomar mejores decisiones sobre la operación y el desempeño de sus activos. Todo se reduce a saber cuál es la mejor opción para sus necesidades y qué tipo de datos está usando. Los datos tienen distintas formas y tamaños y pueden consistir en datos etiquetados, aleatorios, intermitentes, no estructurados, series de tiempo y mucho más. Todos los datos contienen información; solo se trata de usar el enfoque correcto para desbloquearla. Aquí es donde los algoritmos utilizados en el aprendizaje automático ayudan a los encargados de tomar decisiones.



**Figura 2:** El aprendizaje automático puede ayudar a que la red inteligente sea aún más inteligente



**Figura 3:** El aprendizaje automático se compone de muchas técnicas diferentes de ciencia de datos

### 6 preguntas para hacer antes de invertir en el aprendizaje automático

Es importante comprender la complejidad del aprendizaje automático antes de tomar una decisión sobre lo que es apropiado para usted y su organización. Estas son algunas preguntas para considerar antes de instaurar el aprendizaje automático:

1. **¿Qué quiere que le proporcionen sus datos?** Cuestione sus datos. ¿Qué necesita saber? ¿Qué está buscando exactamente? ¿Qué quiere que le digan sus datos? ¿Qué no está viendo que espera que los datos puedan proporcionarle?
2. **¿Sus datos están depurados?** Asegúrese de que sus datos estén disponibles, listos y validados. Cuantos más datos, mejor y más precisos serán los resultados.
3. **¿Tiene suficientes datos?** Para realizar predicciones precisas, el aprendizaje automático necesita una gran cantidad de datos históricos de los cuales guiarse; luego se puede aplicar el aprendizaje automático a los datos en tiempo real.

4. **¿Qué plataforma de aprendizaje automático debe elegir?** Elija cuidadosamente su plataforma de aprendizaje automático y considere la interoperabilidad.
5. **¿Debe contratar un científico de datos y cómo se integrará esta persona en la organización?** Con el aprendizaje automático, podría ser necesario un científico o analista de datos, pero esta persona no debe estar encerrada en un cuarto oscuro.
6. **¿Puede compartir la salida de datos?** El conocimiento adquirido a través del aprendizaje automático no se debe aplicar a un solo proyecto a la vez. Su escalabilidad significa que puede y debe incorporarse en toda la empresa, brindando información sobre cualquier área rica en datos. Planifique para aprovechar al máximo el aprendizaje automático.

### La ruta hacia una comprensión más profunda

El aprendizaje automático hace que los procesos y datos complejos sean más fáciles de comprender y es ideal para las industrias que tienen muchos activos y datos. Para tener éxito en cualquier industria, es fundamental tener la capacidad de reconocer fallas de la maquinaria y evitar tiempo de inactividad no planificado, costos de reparación y posible daño ambiental. Esto es aún más relevante en los tiempos turbulentos actuales. Con el aprendizaje automático, hay muchas oportunidades para mejorar una situación con el mantenimiento predictivo (PdM) y la capacidad de predecir fallas críticas con anticipación.

El PdM es una de las áreas más relevantes donde se puede aplicar el aprendizaje au-

“... la reducción de los costos operativos, confiabilidad mejorada y mayor productividad, son tres objetivos que se relacionan con la “santísima trinidad” de la manufactura”.





**Figura 4:** Un plan de mantenimiento predictivo (PdM) proporciona un conocimiento sin precedentes con respecto a sus activos

tomático en el sector industrial. El PdM es una estrategia de inspección de fallas que utiliza datos y modelos para predecir cuándo fallará un activo o una pieza de la maquinaria, por lo que pueden planificarse con tiempo acciones correctivas y proactivas. El PdM puede abarcar una gran variedad de temas, desde la predicción y el diagnóstico de fallas hasta la recomendación de acciones de mitigación o mantenimiento después de una falla. El mejor mantenimiento es usar varias formas de mantenimiento proactivo avanzado basado en la condición. Con la combinación de las aplicaciones de mantenimiento y aprendizaje automático que aprovechan los datos del IIoT, la gama de resultados positivos y reducciones en los costos, el tiempo de inactividad y el riesgo valen la inversión.

Cualquiera que sea el camino elegido, los beneficios que el aprendizaje automático puede ofrecer a los macrodatos están dando frutos. Las oportunidades se desarrollan rápidamente con avances en la productividad en el núcleo de la industria con la abundancia de datos en la que trabaja. Estos son algunos ejemplos que lideran esta rápida transformación digital.

**Energía eléctrica.** Las compañías eléctricas se ven afectadas por el envejecimiento de los activos, el aumento de la demanda de energía y mayores costos. La capacidad de reconocer fallas de la maquinaria y evitar tiempo de inactividad no planificado, costos de reparación y posible daño ambiental son fundamentales para el éxito en todas las áreas del negocio. El aprendizaje automático está aumentando la red inteligente para aprovechar mejor y obtener información del IIoT, con una enorme cantidad de activos conectados y distribuidos en una gran red. Con transformadores, torres de alta tensión, cables, turbinas, unidades de almacenamiento y más, la posibilidad de falla de la maquinaria es alta y

no está exenta de riesgos. Por tanto, predecir fallas con datos y modelos es la nueva respuesta para mantener la red funcionando sin problemas.

**Petróleo y gas.** En la industria de petróleo y gas, la capacidad para reconocer fallas de la maquinaria y evitar tiempo de inactividad no planificado, costos de reparación y posible daño ambiental son fundamentales para el éxito en todas las áreas del negocio, desde la estrategia de identificación y perforación de pozos hasta la producción y el procesamiento. En términos de mantener una producción confiable, identificar fallas de maquinaria es una de las principales áreas donde el aprendizaje automático desempeñará un papel importante. El PdM predice cuándo un activo o maquinaria fallará, por lo que el mantenimiento se puede planificar con bastante anticipación para minimizar las interrupciones. Con la combinación de las aplicaciones de mantenimiento y aprendizaje automático que aprovechan los datos del IIoT para ofrecer estimaciones más precisas de las fallas de la maquinaria, la gama de resultados positivos y las reducciones del tiempo de inactividad y los costos relacionados significa que la inversión vale la pena.

**Compañías de agua.** Las compañías de agua enfrentan los mismos desafíos: el envejecimiento de la infraestructura, costos crecientes, regulaciones más estrictas y una demanda creciente. Además, comparten los mismos beneficios que ofrece el aprendizaje automático, como identificar la falla de la maquinaria antes de que ocurra, pero no solo para predecir una falla, sino también para identificar qué tipo de falla ocurrirá. Otros beneficios del aprendizaje automático en la industria de la distribución de agua incluyen satisfacer la oferta y la demanda con pronósticos predictivos y hacer que los medidores inteligentes sean “más inteligentes” para poder limitar el desperdicio, por ejemplo, cuando hay escasez de agua.

**Manufactura.** La industria manufacturera ha sido la principal industria mencionada junto con el aprendizaje automático, y por buenas razones, ya que los beneficios son muy reales. Estos beneficios incluyen reducción de los costos operativos, confiabilidad mejorada y mayor productividad, tres objetivos que se relacionan con la “santísima trinidad” de la manufactura. Para lograrlos, la industria manufacturera también requiere una plataforma digital para capturar, almacenar y analizar los datos generados por los sistemas de control y sensores en la maquinaria y equipamientos conectados a través del IIoT. El mantenimiento preventivo (PM) es clave para mejorar el tiempo de actividad y la productividad, por lo que una mayor precisión predictiva de la falla de la máquina es esencial con el aumento de la demanda. Además, al saber qué está por fallar con anticipación, las piezas de repuesto y el inventario pueden usar los datos para asegurar que se alinean con la predicción. Mejorar los procesos de producción a través de un sólido sistema de monitoreo de condiciones puede brindar un conocimiento sin precedentes de la efectividad general de la maquinaria al monitorear de forma regular y constante las presiones y temperaturas del aire y del aceite.

### Digitalización y transformación con el aprendizaje automático

Los primeros seguidores del aprendizaje automático ya están cosechando los beneficios del mantenimiento predictivo (PdM) al ritmo de la entrega de información, los costos y la utilidad. Esto les da más información y conocimiento para tomar decisiones más inteligentes. Algunos de estos primeros seguidores también están combinando el aprendizaje automático con otras tecnologías de digitalización –como tableros de visualización, datos IIoT basados en la nube, análisis y modelización de la realidad– para un proceso aún más centrado en el modelo y beneficioso. El resultado es una solución completa para operaciones, mantenimiento e ingeniería.

Tener un plan de mantenimiento predictivo (PdM) impulsado por el aprendizaje automático le dará un conocimiento sin precedentes de su operación y generará beneficios importantes en eficiencia, seguridad, optimización y toma de decisiones. La transformación digital para la industria ahora está en un punto de inflexión, con todas las tecnologías que convergen al mismo tiempo. El enfoque del PdM para la confiabilidad y el desempeño de activos significa que el análisis de causa raíz (RCA) podría convertirse en algo del pasado. En su lugar, estará el aprendizaje automático, que toma en consideración todo el historial de fallas e identifica los signos de falla de antemano.



**Richard Irwin** es gerente sénior de marketing del servicio de análisis operativos de Bentley System. Tiene más de 10 años de experiencia trabajando en la industria del análisis. En su puesto, el Sr. Irwin trabaja con los equipos de ventas e industria para coordinar las oportunidades de marketing en una amplia variedad de industrias aplicables a AssetWise. [www.bentley.com](http://www.bentley.com)

# ESTUDIO DE CASO DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Este estudio de caso demuestra la aplicación de varias técnicas de aprendizaje automático en una planta de procesamiento.

## EL PROBLEMA

Un fabricante de acero habitualmente detiene las operaciones para realizar el mantenimiento de sus activos, lo que es muy costoso. A veces el acero puede deformarse o doblarse durante el proceso de producción a medida que pasa por diferentes etapas. Estas fallas solo se pueden corregir cada seis meses (y también mensualmente para arreglos menores) durante el costoso mantenimiento planificado, lo que implica largos períodos de inactividad.

## LOS OBJETIVOS

Los objetivos que el fabricante de acero desea lograr son:

- reducir defectos y localizar la causa raíz;
- identificar las variables clave que más importan;
- priorizar los activos durante paradas.

## LA SOLUCIÓN Y EL PLAN DE ACCIÓN

Se determinó que el aprendizaje automático podía ayudar para que el fabricante de acero cumpliera sus objetivos.

La primera parte del proceso de aprendizaje automático consistió en clasificar los datos en un mapa autoorganizado utilizando redes neuronales para organizar los datos en 10 clases distintas –basadas en los parámetros del acero, como el grosor y el peso– al ingresar a cada etapa de la fabricación. Otras técnicas incluyeron árboles de decisiones para conocer: el patrón de datos e identificar qué características eran importantes en dichos patrones; priorización de la salud de los activos para proporcionar una clasificación; indexación para determinar la salud de los activos; análisis de componentes principales para reducir la dimensionalidad de los datos; y agrupamiento y detección de anomalías, que destaca cómo cada soporte se desvía de su modo de funcionamiento normal.

Lo que se desarrolló fue un método para tratar con diferentes tipos de productos, la capacidad de identificar las principales variables relacionadas con los defectos de producción y un proceso para aplicar la detección de anomalías a la maquinaria en una planta industrial.

## RESULTADOS

Se demostró que estos procesos podían reducir la necesidad de un análisis exhaustivo de la maquinaria y brindar a los operadores mejores herramientas y más información para tomar decisiones de mantenimiento. Se dedicó mucho tiempo a localizar la causa de los problemas y realizar el mantenimiento. El nuevo algoritmo se puede ejecutar antes de planificar la parada y puede identificar qué priorizar durante las paradas mediante el análisis de los gráficos de anomalías de los activos. Centrarse en los activos que tienen mayor riesgo optimiza la parada, ya que solo se realiza por un tiempo limitado.





Lu

Lubricación de  
la maquinaria

# INSTAURACIÓN DE UN PROGRAMA INDUSTRIALIZADO DE GESTIÓN DE LA LUBRICACIÓN

en la planta avanzada de tratamiento de  
aguas residuales Blue Plains de DC Water

por Phillip Higgins y  
Jason Kopschinsky

*Orador en la Conferencia Internacional de Mantenimiento*







La planta de tratamiento de aguas residuales Blue Plains de DC Water es la planta más avanzada de tratamiento de aguas residuales y mayor tamaño del mundo. Cubre 153 acres y tiene una capacidad de 384 millones de galones por día (MGD) y una capacidad máxima de 1076 millones de galones por día. Esta enorme instalación, que se encargó en 1937, está constituida por cientos de activos rotativos que deben operar de manera eficiente para apoyar eficazmente las necesidades de los clientes en un área de múltiples jurisdicciones.

En los últimos años, el grupo de confiabilidad de la maquinaria de DC Water centró sus esfuerzos en mejorar la confiabilidad general de la maquinaria a través de una gestión de la lubricación efectiva. Con miles de activos rotativos, la confiabilidad de la maquinaria es un tema crítico, ya que muchas de las máquinas han estado en servicio durante casi 30 años.

### El viejo negocio de siempre

Al igual que con muchas organizaciones grandes, el programa de lubricación evolucionó desde un momento en que la gestión de la lubricación no estaba bien definida ni documentada. Históricamente, la gestión de la lubricación ha sido responsabilidad del mecánico o del operario de maquinaria que realiza el trabajo. En general, cualquier persona que necesitaba aceite o grasa podía solicitar cualquier tipo o cantidad de lubricante para completar la tarea del momento. El resultado fue una cantidad excesiva de aceite y grasa nuevos, sin usar, guardados en cada rincón de la planta. El objetivo era tener fácil acceso a los lubricantes en el punto de uso, que es crítico en una planta del tamaño de Blue Plains. Sin embargo, con poca o ninguna supervisión, esta práctica creó rápidamente un entorno en el que la mala aplicación, el control de calidad deficiente y muchas otras malas prácticas ocasionaron costos iniciales de lubricante excesivos, seguidos por problemas inesperados de confiabilidad.

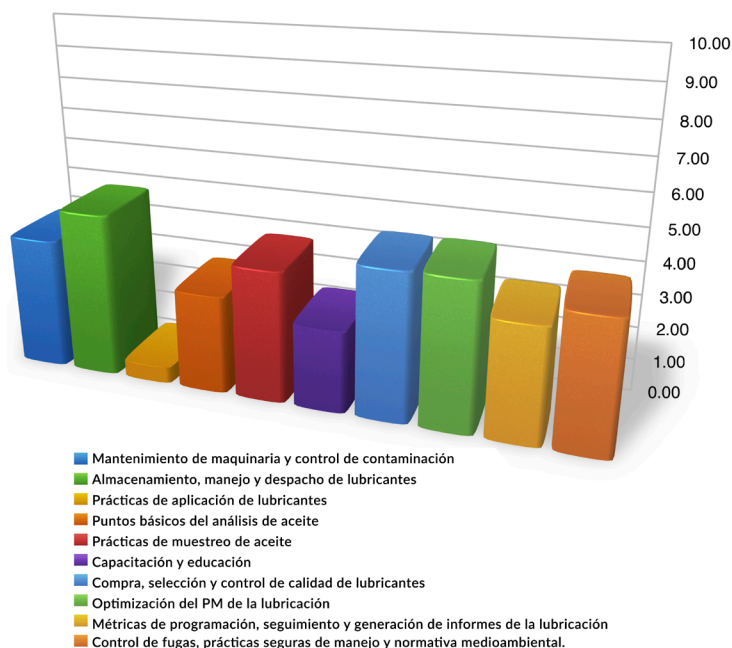
DC Water tiene una larga historia de uso de análisis de aceite para guiar el programa de mantenimiento. Uno de sus primeros esfuerzos fue establecer un programa interno de análisis de aceite que utilizaba un pequeño laboratorio sobre una mesa para obtener resultados inmediatos y una acción rápida. Al igual que con muchas organizaciones con una gran cantidad de maquinaria lubricada con grasa, los técnicos saben desde el principio que es necesario mejorar su selección de grasas y las prácticas de aplicación. El grupo de confiabilidad de maquinaria creía que DC Water no obtenía suficiente vida útil de los rodamientos y la lubricación era excesiva o deficiente. El hecho es que se aplicaron cantidades incorrectas de grasa a la mayoría de los rodamientos según las pautas aceptadas por la industria. La siguiente acción fue investigar e instaurar un programa de engrase con ultrasonido para incorporar la precisión necesaria al programa de confiabilidad mecánica.

Aunque estos esfuerzos son típicos de los programas de clase mundial, el equipo pronto se dio cuenta de que los esfuerzos no abordaban las causas raíz de algunos de sus problemas más comunes. Aunque el programa de análisis de aceite ayudaba a garantizar la calidad en los lubricantes, a menudo los técnicos no obtenían la información correcta necesaria para tomar decisiones sobre el mantenimiento de la maquinaria. Además, aunque su programa de ultrasonido aportaba precisión al programa de engrase, el equipo sospechaba que los técnicos no siempre usaban los lubricantes correctos u óptimos en todas las aplicaciones.

### Evaluación comparativa

Incluso después de los esfuerzos iniciales del equipo, había consenso en que el programa de lubricación aún tenía mucho margen para mejorar. Al igual que muchos otros antes de ellos, realmente no sabían por dónde empezar. Con el deseo de aprender las mejores prácticas,





**Figura 1:** Comparación de 10 áreas clave de la lubricación

buscaron ayuda profesional para apoyar su programa de mejora con una evaluación comparativa del programa de lubricación en toda la planta.

La evaluación documentó como DC Water abordaba la lubricación. La evaluación abarcó tres días y se dividió en 10 áreas de la lubricación, que incluyen:

- mantenimiento de maquinaria y control de contaminación;
- almacenamiento, manejo y despacho de lubricantes;
- prácticas de aplicación de lubricantes;
- puntos básicos del análisis de aceite;
- prácticas de muestreo de aceite;
- capacitación y educación;
- compra, selección y garantía de calidad de lubricantes;
- optimización del mantenimiento preventivo (PM) del lubricante;
- métricas de programación, seguimiento y generación de informes de la lubricación;
- control de fugas, prácticas seguras del manejo de lubricantes y normativa medioambiental.

El equipo realizó y documentó inspecciones en cada área de la planta sobre estas 10 áreas clave de la lubricación. Según la información recopilada, se otorgó una calificación en cada área con un puntaje máximo de 10.

Los resultados de la evaluación fueron en gran medida como se esperaba. Aunque se estaba llevando a cabo un programa de análisis de aceite, los informes solo le indicaban al equipo que realmente no había realizado un esfuerzo constante en áreas como control de la contami-

nación y almacenamiento y manejo. La mayoría de la maquinaria aún tenía filtros de aire del fabricante original del equipamiento (OEM) que permitían que la humedad y pequeñas partículas ingresaran libremente en la maquinaria. Además, trataron los lubricantes nuevos como limpios y secos y listos para su uso inmediato. La contaminación de estas dos prácticas se observó en el análisis, pero no hubo una estrategia integral para abordar los problemas.

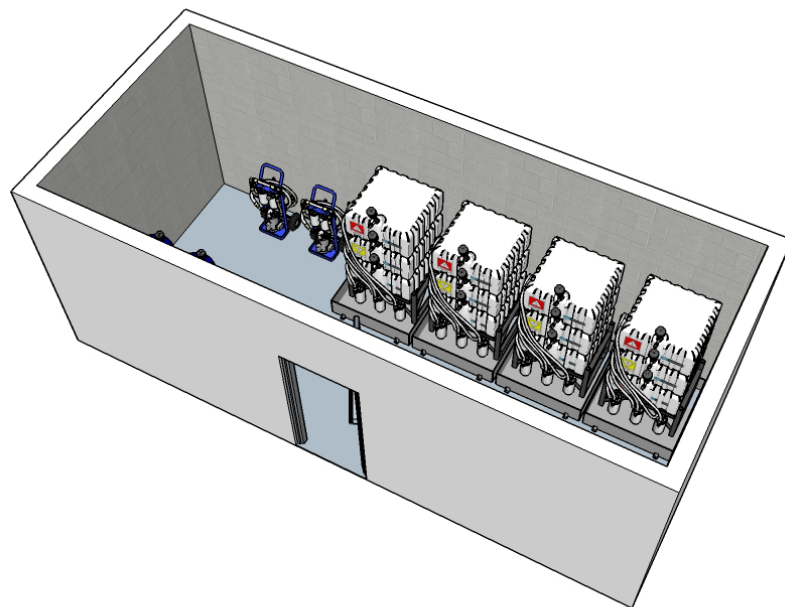
Si bien pensaban que se estaba agregando el volumen correcto de grasa nueva basado en la condición para la función del uso de la retroalimentación ultrasónica, aún no lograban la vida útil proyectada para los sistemas de rodamientos. No se realizó una auditoría de activos detallada durante esta evaluación; pero se observó que algunas selecciones de lubricantes eran claramente incorrectas. Los ejemplos más evidentes fueron la grasa de presión extrema (EP) seleccionada para usar en motores eléctricos y el uso de otra grasa EP2 en acoplamientos. Estas grasas no tenían la viscosidad correcta del aceite base ni los paquetes de aditivos necesarios para los componentes seleccionados.

## El impacto de la lubricación en la confiabilidad de la maquinaria

Hay varias formas en que las organizaciones de mantenimiento pueden conocer el impacto que tiene la lubricación en la confiabilidad de la maquinaria. Las conferencias, los artículos publicados, la experiencia colectiva del equipo y la capacitación proporcionan vías para la transferencia de conocimientos. Sin embargo, pocos catalizadores ilustran el impacto tan claramente como la falla de la maquinaria.

Con los años, muchos expertos han intentado cuantificar el costo de la lubricación en sus plantas. El mayor desafío es calcular las suposiciones sobre el programa de lubricación porque la mayoría de las organizaciones no suelen recopilar y presentar datos específicos de lubricación.

**Figura 2:** Diagrama de la sala de almacenamiento y manejo de lubricantes



“... Las plantas perderán hasta el 30 por ciento de su presupuesto de mantenimiento anual como efecto posterior a una lubricación deficiente”.



**Figura 3:** Almacenamiento de lubricantes de DC Water

Algunos estudios sugieren que en casos extremos, las plantas perderán hasta el 30 por ciento de su presupuesto de mantenimiento anual como efecto posterior a una lubricación deficiente. Aunque en promedio la cifra está más cerca del 10 al 15 por ciento, este sigue siendo un número significativo. Se espera que una planta con un presupuesto de mantenimiento anual de 10 millones de dólares desperdicie de un millón a un millón y medio de dólares por prácticas de lubricación deficientes. El problema es que muchas organizaciones no saben cómo identificar de manera apropiada qué es realmente una lubricación deficiente.

La lubricación deficiente se puede definir como cualquiera de las siguientes:

- lubricación excesiva;
- lubricación insuficiente;
- lubricante incorrecto (por ejemplo, aceite base, aditivos, tipo de espesante);
- control de contaminación deficiente o inexistente;
- almacenamiento y prácticas de manejo deficientes;
- métodos de aplicación incorrectos;
- técnicos poco capacitados.

Muchos en la industria no están lo suficientemente informados como para identificar prácticas de lubricación deficientes porque: aún no saben si están lubricando mucho o poco; están usando la grasa o el aceite incorrecto; o no están abordando la contaminación o el almacenamiento de manera adecuada.

Para generaciones de técnicos, el foco del mantenimiento ha sido tratar de anticipar cuándo una máquina o componente podía fallar y cuáles serían las consecuencias (por ejemplo, tiempo de inactividad, costo, seguridad) de dicha falla. Se prestó poca atención a la causa raíz de esas fallas. Cuando se evalúa basándose en el costo-beneficio, aproximadamente el 50 por ciento de las tareas de mantenimiento preventivo (PM) esencialmente no tienen ningún valor. Actividades como drenaje de aceite basado en el tiempo, reemplazos de filtros basados en el calendario y mantenimiento preventivo (PM) de la lubricación con alta frecuencia, son meramente suposiciones y, la mayoría de las veces, no agregan ningún valor. De hecho, muchas de estas actividades son perjudiciales para la salud del lubricante y, finalmente, para la máquina.

Por ejemplo, en la superficie, una tarea tan simple como agregar demasiada grasa a un rodamiento con excesiva frecuencia puede tener efectos significativos en el futuro. Engrasar demasiado un rodamiento ocasiona visitas adicionales y que se use más producto del necesario, por lo que hay un costo relacionado con la mano de obra y el material. El exceso de grasa envuelve el rodamiento, aislándolo de modo que retiene más calor. Este calor adicional conduce al rápido inicio de la oxidación, que crea subproductos que pueden dañar la superficie del rodamiento y disminuir su vida útil general. Si hoy se engrasa demasiado un rodamiento con el producto incorrecto, es improbable que mañana falle de manera catastrófica. Sin embargo, en lugar de que el rodamiento funcione sin problemas durante 15 años, tal vez su vida útil se reduzca a cinco o seis años. Cuando se empieza a sumar la productividad perdida de ese rodamiento, el costo del reemplazo y cientos de ejemplos similares posibles en la planta, el impacto financiero realmente cuenta.



## El primer paso

Como resultado de la evaluación, el grupo de confiabilidad de la maquinaria se dio cuenta de que su enfoque de lubricación podía costar una cantidad significativa. A pesar de que el grupo había sido progresivo en su programa a lo largo de los años, todavía dependía de estimaciones y proyecciones con respecto al programa de lubricación. Estaba claro que se necesitaba un plan general basado en datos reales.

Uno de los principales objetivos de la evaluación inicial era el desarrollo de un plan de acción. El plan de acción era una lista de tareas de casi 50 puntos discretos que detallaban las posibilidades de mejora en cada una de las 10 áreas clave de la lubricación. Un área en la que el grupo sabía que debía mejorar era el almacenamiento y manejo del lubricante. El equipo descubrió que si no conseguía lubricantes en el área de almacenamiento que estuvieran en un estado adecuado para usar, tendría pocas posibilidades de lograrlo en el entorno de la planta. El grupo también descubrió que para mitigar el riesgo de contaminación de maquinaria adicional al cambiar el aceite y llenar a nivel, los técnicos tenían que filtrar antes los nuevos lubricantes. Como regla general, el aceite debe filtrarse hasta dos códigos ISO más limpios que el objetivo de limpieza del componente para el que está previsto. Esto justifica prácticas en el campo como dejar poco volumen para llenar hasta el tope que no pueda evitarse para prevenir el ingreso potencial de contaminantes al sistema.

DC Water pudo diseñar una sala de almacenamiento y manejo de lubricantes completamente funcional, con maquinaria diseñada para hacer el trabajo de manera más eficiente y efectiva. Los técnicos se dieron cuenta de que al hacer mejoras en la forma de almacenar y manejar sus nuevos lubricantes, también podían mejorar en otras áreas. Sabían que su aceite nuevo no tenía suciedad ni agua y era varias veces más limpio que el aceite en servicio. Esto agrega un contexto importante al revisar los informes del análisis de aceite. Se eliminó el ruido potencial por aceite sucio, lo que les permitió centrarse en las causas raíz reales cuando vieron un posible aumento de contaminantes sólidos o agua.

## El próximo paso

La evaluación identificó algunas cosas que DC Water estaba haciendo muy bien y otras que necesitaban atención. Las recomendaciones de la evaluación incluyeron la instauración de varias prácticas que no se habían considerado previamente. DC Water comenzó a aprovechar lo que hizo bien y se centró en instaurar algunas de las nuevas prácticas recomendadas.

El próximo paso fue asegurar que los técnicos usaran el lubricante correcto en el lugar correcto. Aunque toda la planta no es muy antigua en relación con la mayoría de las plantas industriales, los lubricantes en uso han cambiado con el tiempo. Esto sucede por varias razones: las plantas cambian los proveedores de lubricantes; los proveedores de lubricantes agregan y eliminan productos de su línea; los errores en la selección de lubricantes; y los OEM no brindan suficientes detalles específicos para seleccionar el lubricante óptimo.

DC Water solicitó asistencia profesional para recopilar los datos necesarios para determinar el lubricante correcto en la cantidad y frecuencia correctas, para así proporcionar una política de lubricación completa. Esto incluyó planes para cada clase de activos sobre la mejor manera de hacer modificaciones menores para que el mantenimiento de la maquinaria, desde el punto de vista de la lubricación y el control de contaminantes, fuera más fácil y efectivo.

## Progreso hacia la clase mundial: ¿Dónde está DC Water hoy?

Los programas de lubricación siempre están cambiando. A medida que la demanda de maquinaria cambia, al igual que las máquinas y lubricantes envejecen, DC Water debe ajustar su programa de lubricación como corresponde. Sabiendo esto, DC Water continúa avanzando hacia la lubricación de clase mundial mientras evalúa de manera consistente su proceso de lubricación de principio a fin.

Desde la instauración del programa, el grupo de confiabilidad de la maquinaria ha podido identificar algunas soluciones rápidas. Por ejemplo, la identificación de maquinaria con problemas importantes de fuga es más fácil con un programa bien gestionado. Además, que se sepa en toda la planta cuál es el volumen y consumo ideales de un lubricante hace que sea mucho más fácil mantener un inventario de lubricantes realista. Estos ejemplos, junto con muchos otros, ayudan a explicar el costo continuo del programa de lubricación, lo que mejorará la precisión al pronosticar los presupuestos en el futuro.

Mientras DC Water continúa en su camino hacia la clase mundial, planea mejorar la evaluación comparativa con la creación de indicadores clave de resultados (KPI) a partir de los datos del análisis de aceite ingresados en su Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento (CMMS). El plan es usar estos datos para comprender mejor la expectativa de vida útil de su maquinaria en un contexto operativo normal. Optimizar el mantenimiento preventivo (PM), la planificación y programación más eficientes y la identificación temprana de las causas raíz y fallas para minimizar impactos, son todos beneficios adicionales que DC Water desea obtener.

Una planta de tratamiento de aguas residuales de esta magnitud tiene una gran cantidad de activos rotativos que requieren muchos tipos diferentes de tareas de lubricación. El grupo de confiabilidad de la maquinaria de DC Water (que incluye al gerente Phil Higgins, Gerald Wheeler, Edward Blankenship, John Adams y Coralynn Smith) trabaja sin descanso en el diseño y la instauración de un programa de lubricación que aplique las mejores prácticas de la industria y produzca datos tangibles que respaldarán y justificarán sus esfuerzos para aumentar la vida útil de los activos.

Es extremadamente importante abordar cualquier programa de lubricación como un viaje sin fin. DC Water continuará incorporando nuevas tecnologías a su programa de confiabilidad mecánica a medida que ajusta su programa de lubricación para un éxito continuo.

**Un agradecimiento especial a Phillip Higgins, exgerente de confiabilidad de DC Water, por su contribución a este artículo. El Sr. Higgins se retiró de DC Water después de la redacción de este artículo.**



**Jason Kopschinsky, CMRP**, es el director de servicios de confiabilidad en Des-Case Corporation. Antes de unirse a Des-Case, el Sr. Kopschinsky pasó más de una década capacitando clientes en confiabilidad de activos y gestión de la lubricación. Antes de incorporarse a Des-Case, el Sr. Kopschinsky trabajó en Noria Corporation y Trico Corp. [www.descase.com](http://www.descase.com)

# ¿HABLA EL LENGUAJE DE LA CONFIABILIDAD?

© Copyright 2017 Netexpressusa Inc. d/b/a Reliabilityweb.com® y sus afiliados. Todos los derechos reservados.

por Terrence O'Hanlon

Parte de la misión de Reliabilityweb.com® es descubrir y aportar enfoques para hacer que los líderes en confiabilidad y los gerentes de activos sean más seguros y exitosos. Me siento bendecido por poder reunirme con algunos de los mejores líderes en confiabilidad y gerentes de activos del mundo ya que viajo para aprender (descubrir) y enseñar (aportar). No hay nada más satisfactorio que ver a alguien presentando su viaje a la confiabilidad basándose en el uso del marco de los Elementos Uptime®.



**D**esde diciembre de 2013, más de 1300 líderes en confiabilidad han sido certificados por la Asociación de Profesionales en Gestión de Activos.<sup>1</sup> El equipo de Reliabilityweb.com® ha capacitado a más de 10 000 personas en todo el mundo que usan el marco de trabajo de los Elementos Uptime para guiar su viaje a la confiabilidad de una manera más distendida.

En su nivel más simple, el marco de trabajo de los Elementos Uptime es un lenguaje que alinea a las partes interesadas en toda la organización.

Todo lo que se puede llegar a dominar comienza con la adquisición de un lenguaje especializado que contiene palabras, conceptos e ideas. Un ejemplo sería un médico en plena capacitación que comienza por estudiar palabras, frases y conceptos especializados con relación a la práctica de la medicina. Lo mismo puede decirse de la confiabilidad.

Las organizaciones que comienzan su viaje a la confiabilidad con cierto esfuerzo para instalar el marco de trabajo de los Elementos Uptime como un lenguaje especializado, crean la alineación desde el primer día y evitan los obstáculos por la falta de precisión en el lenguaje y por no distinguir ideas y conceptos.

En un nivel superior al lenguaje, el marco de trabajo de los Elementos Uptime es un sistema diseñado para integrar una cultura de confiabilidad en toda la empresa, a través de un equipo comprometido y empoderado que abarca desde el departamento ejecutivo hasta la fuerza de trabajo de primera línea.

## LOS LÍDERES EN CONFIABILIDAD LO DESCUBREN POR SÍ MISMOS

Se encuentran disponibles unos libros y cursos de liderazgo fantásticos de maestros como Stephen Covey y John Maxwell, entre otros. Estos libros y cursos tienden a centrarse en las características y técnicas que, incluso cuando se dominan, no crean líderes.

El liderazgo no se puede enseñar en un aula, por eso en uno de sus niveles más altos, el marco de trabajo de los Elementos Uptime es un sistema de liderazgo diseñado para que pueda descubrir por sí mismo lo que es ser un Líder Certificado en Confiabilidad®.

Ser un Líder Certificado en Confiabilidad se define como alguien que puede darse cuenta de un futuro que no iba a suceder de todos modos.

## EL LIDERAZGO DE LA CONFIABILIDAD SE BASA EN CUATRO FUNDAMENTOS:

**Integridad:** haga lo que dice que hará.

**Autenticidad:** sea quien dice ser.

**Responsabilidad:** sea responsable; adopte una posición para la confiabilidad y la gestión de activos.

**Meta:** trabaje para un objetivo más grande que usted mismo.

Estos fundamentos de liderazgo se enfocan en crear una cultura de confiabilidad y crean una estrategia efectiva de confiabilidad cuando se combinan con las actividades técnicas de Ingeniería de la Confiabilidad para Mantenimiento (ICM), Gestión de la Condición de Activos (GCA) y Gestión de la Ejecución del Mantenimiento (GEM).

## ¿POR QUÉ REVISAR EL MARCO DE TRABAJO DE LOS ELEMENTOS UPTIME®?

Hubo varios factores para revisar el marco de trabajo de los Elementos Uptime. A continuación se incluyen algunos de estos factores.

1. Tres años de experiencia aplicando el marco de trabajo de los Elementos Uptime le han enseñado al equipo de Reliabilityweb.com® algunas lecciones valiosas que queríamos compartir.
2. Muchas organizaciones que adoptaron el marco de trabajo de los Elementos Uptime expresan su interés en utilizar la norma ISO55000 como un sistema de gestión para avanzar en la gestión de activos.
3. Los enfoques europeos y australianos actuales para la gestión de activos están diseñados hacia la infraestructura pública y pueden ser estrictos, confusos y burocráticos; esto los hace difíciles de instaurar en las organizaciones *Lean* norteamericanas.
4. Hay una perceptible ausencia de diversidad de ideas relacionada con la gestión de activos y la confiabilidad. Era hora de expandir el "acervo genético" de ideas y conceptos.

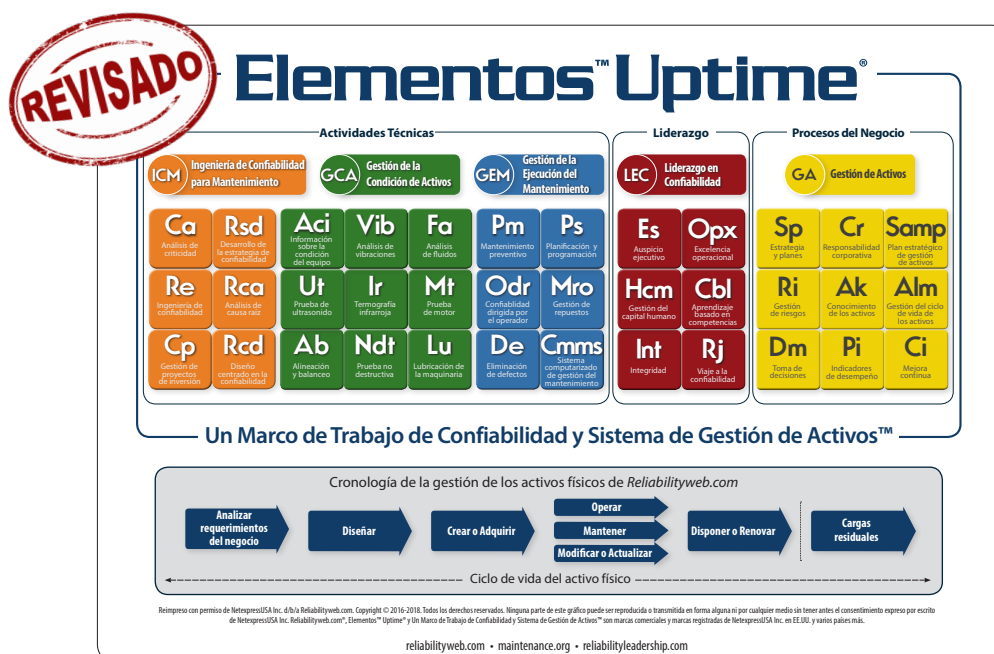


Figura 1: Marco de Trabajo de Confiabilidad y Sistema de Gestión de Activos™ de los Elementos Uptime®

<sup>1</sup>Lista de Líderes Certificados en Confiabilidad® (CRL) de la Asociación de Profesionales de Gestión de Activos. [www.maintenance.org](http://www.maintenance.org)

# ¿QUÉ HAY DE NUEVO?

El espacio asignado a este artículo no me permite profundizar y dar detalles de las revisiones realizadas; sin embargo, con este resumen debería percibirse una clara idea.

## Desarrollo de la estrategia de confiabilidad (Rsd)

**Rsd** Desarrollo de la estrategia de confiabilidad. Continuando con el refinamiento de los conceptos expresados en la guía *Reliability-Centered Maintenance Project Managers Guide*<sup>2</sup>, se forma un nuevo elemento, "Desarrollo de la estrategia de confiabilidad (Rsd)", que combina varios enfoques para desarrollar estrategias de confiabilidad basadas en modos de falla. Una nueva matriz que detalla el valor y los resultados de cada una de las siete preguntas del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) que cumple con la SAE-JA1011 apoya las opciones informadas al seleccionar metodologías. En este nuevo elemento Uptime se combinan los elementos anteriores del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), análisis modal de fallos y efectos (FMEA) y optimización del mantenimiento preventivo (PMO).

## Diseño centrado en la confiabilidad (Rcd)

**Rcd** Diseño centrado en la confiabilidad. Una de las preguntas más poderosas de los Elementos Uptime es: "¿De dónde viene la confiabilidad?".

Una de las respuestas es el diseño.

Este nuevo elemento comienza la discusión y el viaje hacia el aspecto de asegurar la confiabilidad desde el comienzo.

## Análisis de fluidos (Fa)

**Fa** Análisis de fluidos. El elemento se formó por el avance del cuerpo de conocimiento sobre el análisis de aceite, alentado por los usuarios del marco de trabajo de los Elementos Uptime que utilizan lubricantes sintéticos y prueban líquidos como combustibles y refrigerantes.

## Viaje a la confiabilidad (Rj)

**Rj** Viaje a la confiabilidad. El elemento "Viaje a la confiabilidad (Rj)" reemplaza y amplía la antigua Guía de Viaje del Liderazgo de Confiabilidad y describe la verdadera naturaleza de lo que es estar en el viaje a la confiabilidad.

## Nueva área de conocimiento – Gestión de Activos (GA)



Esta es la incorporación más significativa, con sus nueve Elementos Uptime nuevos, para completar el marco de trabajo. Esta área de conocimiento conecta las actividades técnicas con el liderazgo y les alinea con el proceso del negocio (ver figura 1).

La nueva área del conocimiento, Gestión de Activos (GA), está completamente alineada con el propósito de la norma ISO55000. Está diseñada para proporcionar un camino para las empresas que están en el viaje a la confiabilidad con el fin de hacerlo en el contexto de la gestión de activos.

## SERIE DE PASAPORTES DE LOS ELEMENTOS UPTIME®

Se realizaron más cambios significativos en la Serie de Pasaportes que hacen parte del Cuerpo de Conocimiento de los Elementos Uptime según los comentarios y los requisitos de las revisiones.

(LAS SIGUIENTES PUBLICACIONES ESTÁN DISPONIBLES EN INGLÉS Y ESPAÑOL)



<sup>2</sup> Reliabilityweb.com®, *Reliability Centered Maintenance Project Manager's Guide*, 2014.



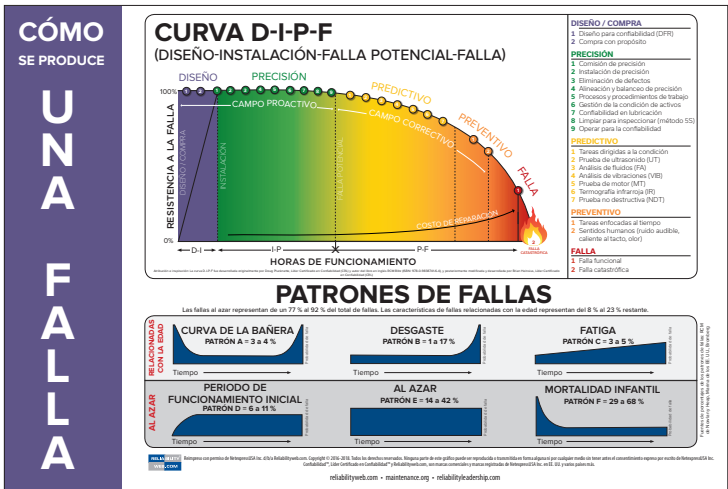
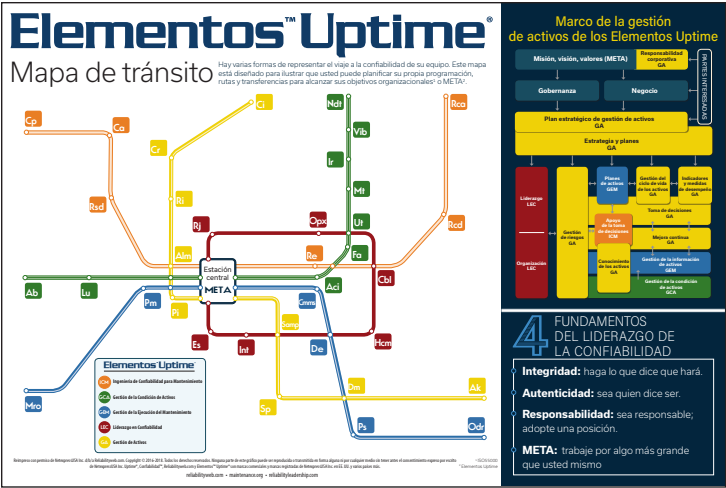
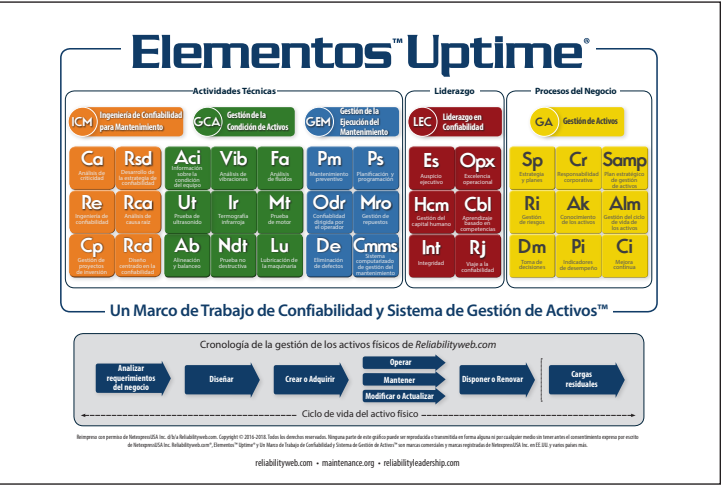
**La serie de Pasaportes de los Elementos Uptime** ha pasado de 29 pasaportes individuales a cinco libros que abarcan las cinco áreas del conocimiento de los Elementos Uptime. Esta transición favorece su lectura y facilita la toma del examen a libro abierto para obtener la designación “Líder Certificado en Confiabilidad® (CRL)”.

Las demás publicaciones pertenecientes al Cuerpo de Conocimiento de los Elementos Uptime se encuentran disponibles actualmente solo en inglés y sus traducciones al español se llevarán a cabo durante el año 2018.

- **The Journey to Improved Business Performance** por Steve Thomas.
- **Don't Just Fix It, Improve It!** por Winston P. Ledet, Winston J. Ledet y Sherri M. Abshire.
- **Uptime Elements Dictionary for Reliability Leaders and Asset Managers** por Ramesh Gulati.

## AFICHES COMPLEMENTARIOS DE LOS ELEMENTOS UPTIME®

(DISPONIBLES EN INGLÉS Y ESPAÑOL)



**Serie de Pasaportes de los Elementos Uptime®:** incluye GRATIS la tabla de los Elementos Uptime.

**Descargar PDF:** <https://reliabilityweb.com/sp/steal-these-graphics>

## RESUMEN

El cambio nunca es fácil. Sin embargo, el equipo de Reliabilityweb.com considera que estas revisiones aumentan el valor y el potencial de quienes eligen los Elementos Uptime como estrategia y mapa de ruta.

Aprendemos de usted a medida que avanza la confiabilidad y la gestión de activos en un gran círculo virtuoso. Siga trabajando, aprendiendo, compartiendo y comunicándose para que podamos trabajar juntos en descubrir y ofrecer enfoques que aumenten la seguridad y el éxito.

“En su nivel más simple, el marco de trabajo los Elementos Uptime® es un lenguaje que alinea a las partes interesadas en toda la organización”.

# GUÍA DE INICIO

Hay muchas maneras de comenzar su viaje con el Marco de Trabajo de Confiabilidad y Sistema de Gestión de Activos™ de los Elementos Uptime®.

## Métodos de estudio a su propio ritmo

### 1 Serie de Pasaportes de los Elementos Uptime

Lea la serie de Pasaportes de los Elementos Uptime. La dedicación de tiempo estimada es de 15 a 30 minutos por día durante 60 días. **Nota:** El Cuerpo de Conocimiento Completo de los Elementos Uptime está disponible en inglés solamente. La serie de Pasaportes de los Elementos Uptime en español ya está disponible para la venta. Las demás publicaciones pertenecientes al Cuerpo de Conocimiento de los Elementos Uptime se estarán traduciendo al español durante el año 2018.

<http://www.mro-zone.com>

### 2 Academia de los Elementos Uptime (sistema de gestión del aprendizaje en línea)

Los estudios a su propio ritmo incluyen lecciones en texto más un breve cuestionario de cada elemento. La dedicación de tiempo estimada es de 15 a 30 minutos por día durante 60 días. **NOTA:** La versión en inglés de la Academia de los Elementos Uptime está completa y disponible para su uso inmediato. El lanzamiento de la nueva versión en español de la Academia de los Elementos Uptime se llevará a cabo durante el segundo trimestre de 2018 e inicialmente solo incluirá la serie de Pasaportes de los Elementos Uptime. Una vez se traduzcan al español las demás publicaciones pertenecientes al Cuerpo de Conocimiento de los Elementos Uptime se incluirán en la Academia de los Elementos Uptime.

<https://uptime.academy>

## Cursos y talleres

### 1 Cursos públicos de capacitación dirigidos por un instructor

La capacitación más completa es el taller avanzado de los Elementos Uptime de cinco días que se realiza en el *Reliability Leadership Institute* en Fort Myers, Florida, varias veces al año.

**Próximo taller: 18 al 22 de junio**

[www.reliabilityleadership.com](http://www.reliabilityleadership.com)

Los talleres avanzados de los Elementos Uptime también se realizan en The RELIABILITY® Conference y en la 33.ª Conferencia Internacional de Mantenimiento, IMC-2018. El cronograma está alineado para que los estudiantes puedan asistir a sesiones generales, discursos, eventos sociales y exposiciones de la conferencia.

[www.reliabilityconference.com](http://www.reliabilityconference.com)

[www.imc-2018.com](http://www.imc-2018.com)

The  
RELIABILITY  
Conference  
Las Vegas



### 2 Cursos privados de capacitación dirigidos por un instructor

Ofrecemos talleres privados de los Elementos Uptime, optimizados para su equipo y sus objetivos. Estos talleres privados se dictan en las instalaciones de su empresa. Llame al +1 239-333-2500 para conocer los detalles y precios.



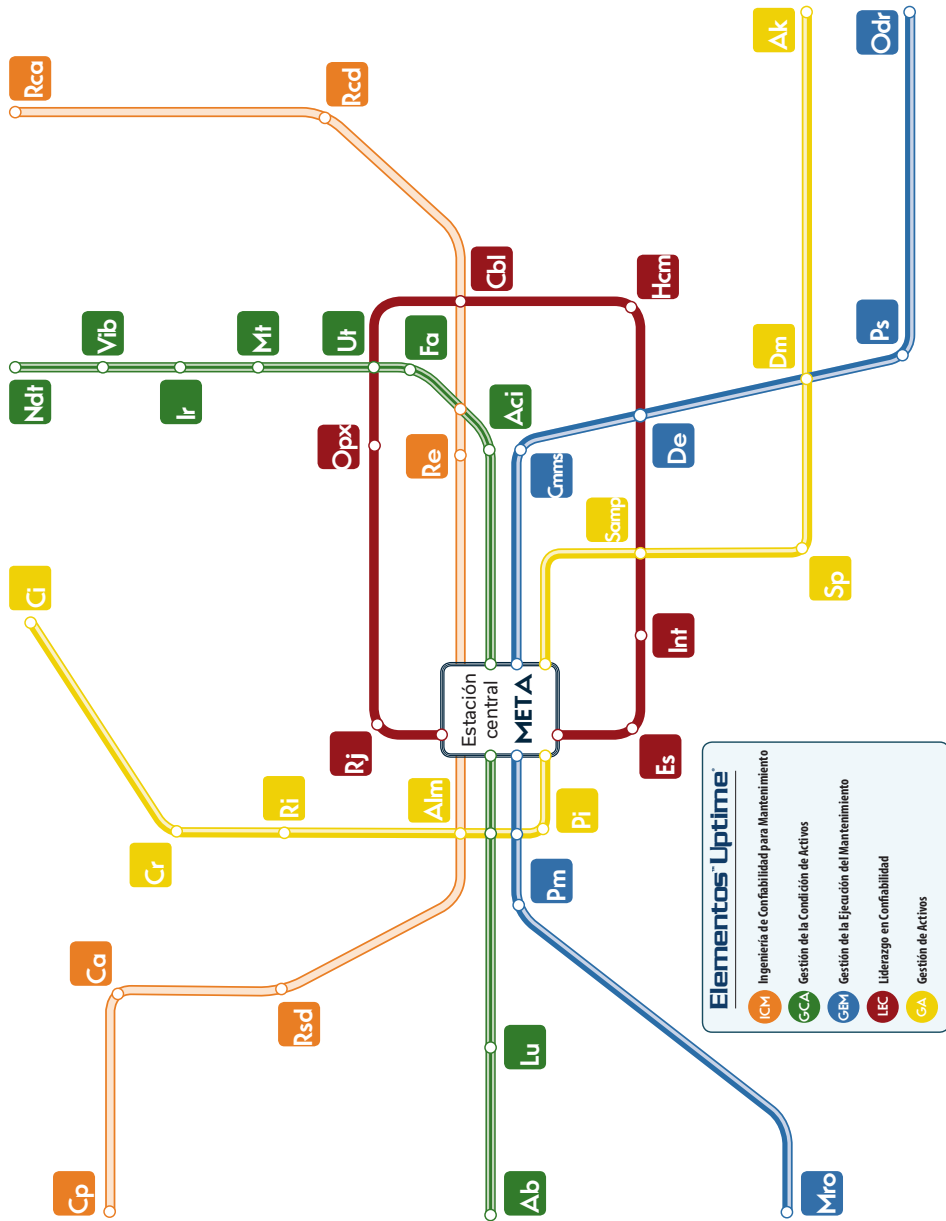
# Elementos Uptime<sup>TM</sup>



# Elementos™ Uptime®

## Mapa de tránsito

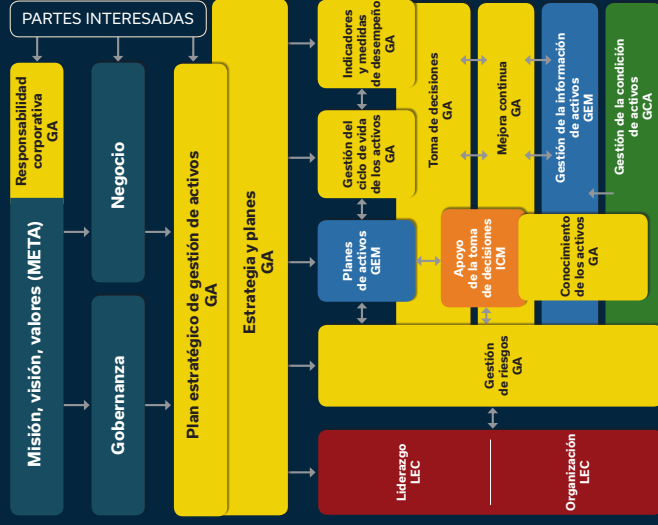
Hay varias formas de representar el viaje a la confiabilidad de su equipo. Este mapa está diseñado para ilustrar que usted puede planificar su propia programación, rutas y transferencias para alcanzar sus objetivos organizacionales<sup>1</sup> o META<sup>2</sup>.



Reimpreso con permiso de NetexpressUSA Inc. d/b/a Reliabilityweb.com. Copyright © 2016-2018. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este gráfico puede ser reproducida o transmitida en forma alguna ni por cualquier medio sin tener antes el consentimiento expreso por escrito de NetexpressUSA Inc. Uptime®, Confiabilidad®, Reliabilityweb.com y Elementos™ Uptime® son marcas comerciales y marcas registradas de NetexpressUSA Inc. en EE.UU. y varios países más.  
reliabilityweb.com • maintenance.org • reliabilityleadership.com

1 ISO 55000  
2 Elementos Uptime

## Marco de la gestión de activos de los Elementos Uptime



## FUNDAMENTOS DEL LIDERAZGO DE LA CONFIABILIDAD

**Integridad:** haga lo que dice que hará.

**Autenticidad:** sea quien dice ser.

**Responsabilidad:** sea responsable; adopte una posición.

**META:** trabaje por algo más grande que usted mismo



3 REGLAS DE LA ELIMINACIÓN DE DEFECTOS:

- 1 Todos deben participar en al menos dos proyectos de eliminación de defectos por año.
- 2 Equipos interfuncionales pequeños actúan en conjunto para eliminar defectos.
- 3 Las eliminaciones de defectos exitosas deben registrarse, informarse y celebrarse.



¿QUÉ ES UN DEFECTO? En el mundo de los negocios, un defecto es cualquier cosa que causa distanciamiento de la perfección y lleva a la insatisfacción del cliente. Los defectos son cualquier cosa que cree desperdicios, erosione el valor, reduzca la producción, comprometa la salud, suponga riesgos a la seguridad o afecte negativamente el medioambiente.

¿QUÉ ES ELIMINACIÓN? Remover o deshacerse de algo completamente.



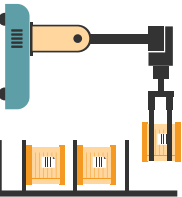
Materias primas de baja calidad, muy contaminadas, que no cumplen con las especificaciones de calidad, son altamente corrosivas, presentan dureza o tienen defectos materiales



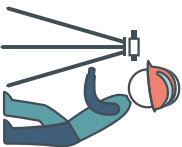
Exceso de velocidad, velocidad insuficiente, sobrecarga, procedimientos operativos fallantes, funciones anuladas, no notificar las indicaciones tempranas de mal funcionamiento



Especificaciones de trabajo faltantes, pocas habilidades, no usar las herramientas correctas de forma apropiada, trabajo urgente, tipo de trabajo equivocado.



Piezas de repuesto y componentes de baja calidad, almacenamiento inadecuado, materiales falsificados, materiales vencidos, ingreso de agua, contaminación, distribución y manipulación inapropiadas.



No apto para el fin previsto, no construido según las normas, aceptación no probada, instalación inapropiada, poco acceso a mantenimiento, diseño ineficaz.



LIBROS DISPONIBLES EN INGLÉS  
**Don't Just Fix It, Improve It**  
ISBN 978-0-9825-1631-7  
**Level 5 Leadership at Work**  
ISBN 978-0-9838741-5-7

LA SOLUCIÓN DEL 1 %  
“1 de cada 100 órdenes de trabajo de ‘reparación’ debe tratarse como orden de trabajo ‘no solo de reparación, sino de mejora’.”  
Creador: Winston Ledet, The Manufacturing Game®, TMG Frontline Solutions LLC.



Reimpreso con permiso de McQuay-Norris, Inc. d/la reliabilityweb.com. Copyright © 2016-2018. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este gráfico puede ser reproducida o transmitida en forma alguna ni por cualquier medio sin tener antes el consentimiento expreso por escrito de McQuay-Norris, Inc. Uptime®, Confiabilidad™, Líder certificado en Confiabilidad™ y Elementos™ Uptime® son marcas comerciales y marcas registradas de McQuay-Norris, Inc. en EE. UU. y varios países más.

reliabilityweb.com • maintenance.org • reliabilityleadership.com

Serie de Pasaportes de los Elementos Uptime®: incluye GRATIS la tabla de los Elementos Uptime.  
Descargar PDF: <https://reliabilityweb.com/sp/steal-these-graphics>

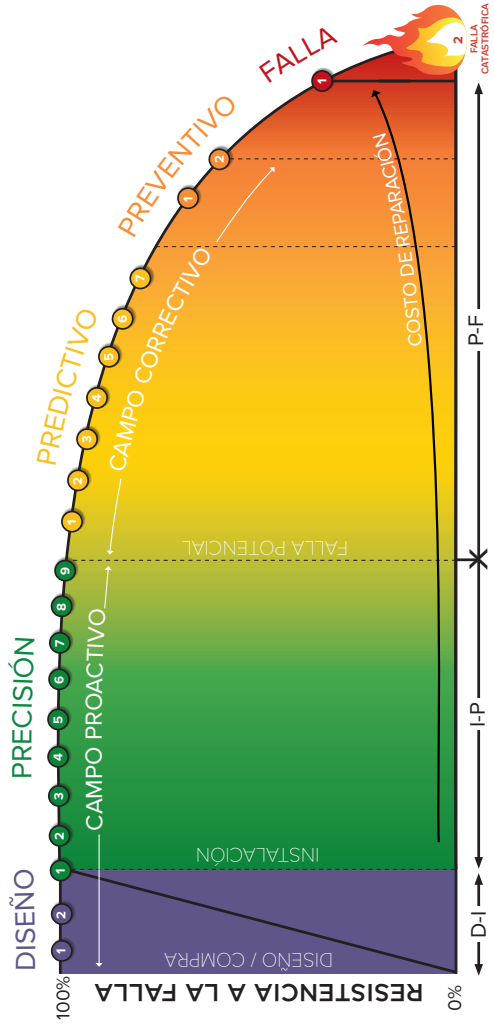
Atribución: Los conceptos de Eliminación de Defectos, la Solución del 1 % y las 5 Fuentes de Defectos fueron desarrolladas, practicadas, compartidas y enseñadas originalmente por Winston Ledet. Reliabilityweb.com y todo el mundo industrial debe estar gratitud al señor Ledet por aportar una de las verdaderas claves de la creación de una cultura de confiabilidad.

# CÓMO SE PRODUCE

# UNA FALLA

## CURVA D-I-P-F

(DISEÑO-INSTALACIÓN-FALLA POTENCIAL-FALLA)



### DISEÑO / COMPRA

- 1 Diseño para confiabilidad (DFR)
- 2 Compra con propósito

### PRECISIÓN

- 1 Comisión de precisión
- 2 Instalación de precisión
- 3 Eliminación de defectos
- 4 Alineación y balanceo de precisión
- 5 Procesos y procedimientos de trabajo
- 6 Gestión de la condición de activos
- 7 Confiabilidad en lubricación
- 8 Limpieza para inspección (método 5S)
- 9 Operar para la confiabilidad

### PREDICTIVO

- 1 Tareas dirigidas a la condición
- 2 Prueba de ultrasonido (UT)
- 3 Análisis de fluidos (FA)
- 4 Análisis de vibraciones (VB)
- 5 Prueba de motor (MT)
- 6 Termografía infrarroja (IR)
- 7 Prueba no destructiva (NDT)

### PREVENTIVO

- 1 Tareas enfocadas al tiempo
- 2 Sentidos humanos (ruido audible, caliente al tacto, olor)

### FALLA

- 1 Falta funcional
- 2 Falta catastrófica

Atribución e inspiración: La curva D-I-P-F fue desarrollada originalmente por Doug Plunkett. Lider. Certificado en Confiabilidad (CFL) y autor del libro en inglés RCM Biz (ISBN: 978-0-9838-741-6-4), y posteriormente modificada y desarrollada por Brian Hemslus, Lider. Certificado en Confiabilidad (CFL).

## PATRONES DE FALLAS

Las fallas al azar representan de un 77 % al 92 % del total de fallas. Las características de fallas relacionadas con la edad representan del 8 % al 23 % restante.



RELIABILITY  
WEB.COM

Rempro con permiso de MetepressUSA, Inc. d/b/a Reliabilityweb.com. Copyright © 2016-2018. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este gráfico puede ser reproducida o transmitida en forma alguna ni por cualquier medio sin tener antes el consentimiento expreso por escrito de MetepressUSA, Inc. Confiabilidad™, Lider Certificado en Confiabilidad™ y Reliabilityweb.com, son marcas comerciales y marcas registradas de MetepressUSA, Inc. en EE. UU. y varios países más.

reliabilityweb.com • maintenance.org • reliabilityleadership.com

Serie de Pasaportes de los Elementos Uptime®: incluye GRATIS la tabla de los Elementos Uptime.

Descargar PDF: <https://reliabilityweb.com/sp/steal-these-graphics>



# PREPARACIÓN PARA LA INNOVACIÓN DISRUPTIVA DEL INTERNET INDUSTRIAL

por John Murphy



Orador en la Conferencia Internacional  
de Mantenimiento (IMC) 2017

Si busca en Internet información sobre: la gestión de activos; el Internet Industrial; el Internet Industrial de las Cosas; la digitalización; las tendencias en negocios; y la reingeniería de negocios, usted encontrará un aumento considerable en la cantidad de artículos con titulares que proclaman o prometen un cambio significativo y “disruptivo” o una “disrupción”.



Es más inteligente enfocarse en cómo extraer valor de lo que tiene y dedicar tiempo a crear la visión de hacia dónde quiere ir en el viaje digital.

## Productos e industrias sacudidos por las tecnologías disruptivas

| Tecnología establecida                   | Tecnología disruptiva                    |
|--|--|
| Minicomputadora                          | PC y estaciones de trabajo en red        |
| Corredores de bolsa de servicio completo | Corredores de bolsa en línea             |
| Venta al por menor tradicional           | Venta al por menor en línea              |
| Libros de texto estándar                 | Publicación de libros de texto digitales |
| Impresión en <i>offset</i>               | Impresión digital                        |
| Cirugía a corazón abierto                | Cirugía artroscópica y endoscópica       |
| Informática de PC                        | Informática de tabletas                  |

### ***Apple's New iPad: A Disruptive Innovation*** por Tim Mojonnier (Businesstheory.com)

Por lo general, las personas consideran que la disrupción es algo MALO, pero estos titulares hablan de algo bueno y mejor. ¿Qué significa disrupción en este contexto? Esperemos, ciertamente, que los presidentes y los directores ejecutivos de las organizaciones saben y han ideado planes elaborados a largo plazo para aprovechar esta panacea para la prosperidad de sus organizaciones.

Bueno, no. Lo siento, es un error. No lo hacen y no lo han hecho.

Hay mucha confusión, malinterpretación y mal uso del término "disruptivo" en la comunidad de liderazgo empresarial y, aún más, en la comunidad industrial. Con demasiada frecuencia, la palabra disrupción promueve un producto o se usa como "carnada" visual para ganar interés y acceso para demostraciones de productos. Después de todo, usted no querrá ser la persona que se pierde esta gran oportunidad, ¿verdad?

En otros momentos, disrupción se confunde con innovación, reingeniería y mejora continua.

Técnicamente, cuando hablamos de disrupción en el sentido comercial, se trata realmente de "innovación disruptiva", un término acuñado por Clayton Christensen, profesor Kim B. Clark de Administración de Empresas en la Escuela de Negocios de Harvard. En su libro *The Innovator's Dilemma* (el dilema del innovador), el señor Christensen describe un proceso por el cual un producto o servicio se afianza inicialmente en aplicaciones simples en el nivel inferior del mercado y luego asciende implacablemente en el mercado desplazando, con el tiempo, a los competidores establecidos.

Por parte de los consumidores, estos han experimentado y esperaban innovaciones disruptivas. Ejemplos como la evolución del disco giratorio al teléfono inteligente; computadoras de escritorios a tabletas; y el cambio de las películas en cajas en tiendas a películas de transmisión algorítmica mientras está sentado en la comodidad de su hogar.

Es importante resaltar, como señala el señor Christensen, que cada uno de estos ejemplos de productos o servicios tardó mucho tiempo en producirse y, por lo general, han sido generados por empresas emergentes.

Entonces, ¿cuáles son los ejemplos de disrupción en el mundo industrial? ¿Dónde están los ejemplos en la planta de la fábrica? ¿En el proceso de mantenimiento y reparación?

Muchos le harán creer que el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) es la innovación disruptiva. Otros, incluyendo a este autor, dicen que NO.

Ciertamente, muchos cambios maravillosos están ocurriendo en el ámbito industrial. Hay un aumento en el uso de capacidades en el monitoreo por sensores y monitoreo basado en la condición; la robótica y la automatización siguen expandiéndose y algunos fabricantes de equipamientos originales –que venden *software* y fabrican activos o productos– están haciendo un excelente trabajo al conectarlos y hacerlos inteligentes. Sin embargo, que algo sea "inteligente" no significa que sea "disruptivo".

Según el diccionario, el significado de innovación es algo nuevo o un cambio realizado para mejorar un producto o servicio. El IIoT es innovación. Es la reingeniería de procesos de negocios, su mejora; sin duda es un cambio, pero aún no alcanza la precisión de la definición de innovación disruptiva del Sr. Christensen:

*"un producto o servicio se afianza inicialmente en aplicaciones simples en el nivel inferior del mercado y luego asciende implacablemente en el mercado desplazando, con el tiempo, a los competidores establecidos."*

No se han dado desplazamientos significativos en el ámbito industrial, pero para ser justos, los aspectos del IIoT en un tiempo prolongado pueden transformarse en un cambio disruptivo. Hay indicaciones de que ciertos productos están iniciando el viaje de los criterios del





Sr. Christensen, tales como la inspección digital con drones o el aprendizaje automático y la inteligencia artificial (IA). Pero el IIoT aún no es la panacea disruptiva que se elogia a menudo. Lo será algún día, pero no hoy.

Las organizaciones que buscan innovación disruptiva deben parar y volver a enfocarse. Encontrar la próxima GRAN cosa es demasiado problemático. Es más sabio enfocarse en cómo extraer valor de lo que tiene y dedicar tiempo a crear la visión de a dónde quiere ir en el viaje digital. Hay demasiadas empresas que no tienen una visión digital, una cultura de innovación ni mejora continua. Hay demasiadas empresas que no aceptan los principios de confiabilidad de los patrocinadores de *Uptime*® Magazine. Vivir estos principios empresariales fundamentales es requisito esencial para cualquier transformación digital exitosa con las innovaciones que ofrece el IIoT.

Dígale a su organización que olvide la definición técnica de innovación disruptiva y que la reemplace por una más simple:

## DESAFIAR EL STATUS QUO DEL MANTENIMIENTO CON CAPACIDADES DIGITALES INTELIGENTES

Una vez que haya aceptado este mantra, puede comenzar su viaje hacia el IIoT digital, con su estrategia adoptando la META y la cultura de su empresa. Piense en ello como las prácticas de mantenimiento in-

teligentes infundidas con soluciones digitales inteligentes para lograr los objetivos de la organización a corto y largo plazo. Es la convergencia de lo práctico con la posibilidad en el ámbito industrial.

La conclusión es la siguiente: en general, el ámbito industrial no está preparado para la innovación disruptiva de productos. Eso vendrá del exterior, posiblemente del sector de consumo, ya que la línea entre los procesos industriales y de consumo se siguen difuminando aún más. Más preocupante es que el ámbito industrial no esté más preparado para el IIoT ya que hay demasiadas empresas que carecen de planes estratégicos, de cultura y de capital.

La oportunidad para el sector industrial es enorme, pero más organizaciones deben darse cuenta de que las ingenierías de la innovación y de confiabilidad digital y el IIoT son las verdaderas claves para el éxito de la organización.



**John Murphy** fundó Gallatin Management Services en 2016. Durante 34 años, antes de iniciar Gallatin, el Sr. Murphy fue director de Mecánica – Ingeniería y Estrategia en CSX, una empresa líder en transporte de carga.

# GESTIÓN DEL VALOR DEL PRODUCTO:

## **IMPULSAR EL DESEMPEÑO A TRAVÉS DEL REDISEÑO DE ACTIVOS**

por Andreas Doerken

**U**na cadena es tan fuerte como su eslabón más débil. Muchas empresas abordan este problema centrando los esfuerzos en identificar y fortalecer el eslabón más débil. Pero ¿es esta la mejor solución? En lugar de aceptar la cadena existente con sus debilidades tal como se proporciona, reconfigurar o rediseñar toda la cadena posiblemente pueda eliminar por completo el eslabón más débil.

Este es el razonamiento detrás de la gestión del valor del producto (PVM), un enfoque holístico que puede ayudar a los gerentes de activos a rediseñar activos para aumentar el desempeño sin agregar costos o complejidad al ciclo de vida.

**Considere este escenario:** La carga en un tren de acero es demasiado pesada, por lo que las ruedas del tren giran sin avanzar. Esto ocasiona daños en las ruedas que requerirán mantenimiento adicional, tiempo de inactividad y gastos de mano de obra y materiales.

**¿Cómo resolvería este problema?** Un enfoque de rediseño tradicional se centraría solo en la rueda para mitigar el problema. La PVM tiene una visión más amplia, impulsada por los datos de todo el activo y no solo del componente con el problema. En lugar de centrarse solo en la rueda, los gerentes de activos buscan desarrollar motores de tracción con corriente alterna

(CA) que permitan que los trenes transporten cargas más pesadas con menos locomotoras, a la vez que aumentan el tiempo promedio entre fallas e intervalos de servicio. Esto reduce los tiempos de mantenimiento y el costo total de propiedad del activo. El resultado es una reducción del 15 al 25 por ciento en los costos del ciclo de vida del activo.

### **El desafío y la solución**

El principal desafío de los gerentes de activos es mejorar continuamente el desempeño de los activos y, al mismo tiempo, reducir los costos de mantenimiento y ciclo de vida. El enfoque de rediseño del producto puede ejercer un papel fundamental para enfrentar este desafío al identificar formas de mejorar la eficiencia y el desempeño de activos sin agregar costos.

### **¿Cómo funciona la PVM?**

El éxito de la PVM depende de su aplicación completa en tres pasos cruciales: evaluar el costo de propiedad de los activos críticos mediante el análisis de los datos de mantenimiento; identificar qué activos críticos deben rediseñarse aplicando un enfoque basado en el valor; y convocar a partes internas y externas (por ejemplo, proveedores, clientes) para colaborar en el rediseño.

Veamos con más detalle cada uno de estos pasos.





## 1 Analizar los datos de mantenimiento para evaluar el costo de propiedad de los activos críticos

El impacto que el buen diseño de un activo puede tener en las operaciones de mantenimiento es enorme. Por esa razón conocer el costo total del mantenimiento de los activos es fundamental para determinar el desempeño de estos últimos.

Tome por ejemplo, las puertas de los vagones, cuartos de baño e inodoros de un tren de pasajeros. Los gerentes de activos pueden ver los datos para identificar cómo se puede combinar el mantenimiento de estos sistemas con otros trabajos de mantenimiento para que siempre funcionen cuando el vagón de tren esté en movimiento. Si bien un tren puede viajar con puertas o inodoros que no funcionan, la imagen de una empresa de trenes de pasajeros depende en gran medida de que esos sistemas funcionen. ¿Cómo se pueden diseñar estos sistemas para proporcionar funciones que esperan los clientes sin que requieran atención de mantenimiento adicional?

El primer paso en el análisis de datos debe enfocarse en registros de mantenimiento, incluyendo: frecuencias; tiempos de servicio; datos de desempeño después de 30, 60 y 90 días; tiempo promedio entre fallas; etc. Los tiempos de mantenimiento pueden exponer ineficiencias y proporcionar información sobre oportunidades de rediseño de equipamientos o maquinaria.

Los gerentes de activos deben comprender los datos de desempeño del producto para apoyar un rediseño basado en hechos en lugar de anécdotas. Esto es tan cierto para los sistemas principales que permiten que un activo funcione como para los sistemas que impactan sistemas secundarios que pueden impulsar valor a la organización en general.

## 2 Identificar los activos críticos que se rediseñarán a través de un enfoque basado en el valor

Para identificar qué activos críticos se deben rediseñar, todas las unidades de negocio, funciones y niveles organizacionales deben abordarse en una sala para discutir los datos de desempeño detallados. El activo resultante después del rediseño debe ser un producto que realice las funciones esenciales al menor costo del ciclo de vida sin sacrificar la calidad ni los requisitos de entrega.

Un ejemplo de la vida real. El director de operaciones de una importante empresa ferroviaria preguntó una vez: “¿Cómo es posible que nos tome seis horas desmontar un vagón restaurante para acceder a la máquina de café y cambiar una pieza defectuosa?”. Si bien el gerente de activos sabe que se necesitan seis

horas para reemplazar la pieza, el proveedor puede pensar que solo requiere 30 minutos. O, lo que es peor, es posible que no se consideren los requisitos de mantenimiento al diseñar la máquina de café.

Para establecer un proceso de rediseño exhaustivo, los gerentes de activos deben dejar de confiar solo en el conocimiento interno. En cambio, deben buscar fuera de sus organizaciones para aprovechar los datos de desempeño de activos de proveedores estratégicos o clientes para impulsar las mejoras del producto. La PVM brinda la oportunidad de observar las mejoras en un ángulo de 360 grados.

## 3 Convocar a partes internas y externas para que colaboren en el rediseño

Cada parte de la cadena de suministro tiende a operar de forma aislada en silos. Para un rediseño de activos exitoso, es vital dividir esos silos y hacer que las distintas funciones trabajen juntas con las perspectivas externas. Esto asegura beneficios de rediseño de activos desde perspectivas tanto culturales como funcionales.

El trabajo colaborativo con socios externos debe seguir un enfoque estructurado para que nadie se confunda durante el proceso. Los gerentes de activos, el equipo multidisciplinario interno de la PVM y los proveedores deben colaborar en el rediseño de los activos según el análisis de funciones, el análisis exhaustivo del desempeño, la evaluación comparativa, el diseño para el mantenimiento y el diseño para la fabricación.

Juntos, los miembros del equipo deben desafiar las suposiciones básicas detrás de la estrategia de servicio y mantenimiento del producto. Esto requiere un cambio cultural en la mayoría de las organizaciones orientadas a la ingeniería, donde los equipos de ingeniería deberán cambiar su papel de proveedores de soluciones a descriptores para el cambio y evaluadores de soluciones. Las plataformas abiertas de innovación pueden proporcionar un foro adicional para expertos en la materia con una variedad de antecedentes para desarrollar ideas de rediseño de vanguardia.

### Trabajar con proveedores

Entonces, ¿cómo convencer a los proveedores para que trabajen con usted en el rediseño de activos críticos con el fin de mejorar la confiabilidad y la eficiencia? Usted debe crear una situación financiera en la que todos ganan, donde ambas partes estén motivadas para trabajar juntas y se deje en claro que usted no pondrá en peligro los márgenes del proveedor. Use sus métricas de desempeño de activos, no solo para quejarse con los proveedores, sino para resaltar los problemas de desempeño que se pueden abordar en conjunto.

Acérquese a los proveedores con un plan de desarrollo estructurado para establecer una relación de confianza que demuestre que su oferta es concreta. Se debe establecer claramente que la PVM no es un ejercicio de abastecimiento; el objetivo es el rediseño del activo, no una reducción de costos de los componentes de los activos existentes. Y, al igual que con cualquier enfoque de colaboración, las medidas para asegurar responsabilidad y sostenibilidad deben aplicarse a todas las partes, no solo a los proveedores.

Después de que se hayan desarrollado las características del nuevo diseño, cree un sólido caso de negocio con ofertas fijas por parte de los proveedores. Una vez que se haya confirmado que se pueden reducir los costos, se deben instaurar rápidamente las nuevas ideas. Al final, aprovechar la PVM no solo hace que salga al mercado un producto más competitivo y rentables, sino que también puede ayudar a los gerentes de activos a crear una sólida estrategia de rediseño de productos y organización de apoyo. La PVM ofrece mejoras más allá del desempeño de activos al desarrollar una cultura de colaboración, impulsar mayor competitividad en el mercado global y diseñar el trabajo preliminar para las innovaciones de próxima generación.

Para los gerentes de activos que tienen poco tiempo, y que posiblemente no tengan mucha influencia interna y lidian con la falta de datos buenos, esto puede parecer algo difícil de lograr. Pero, finalmente, tomar un enfoque práctico y más basado en el valor ayudará a simplificar las operaciones diarias de mantenimiento. En lugar de usar métricas de desempeño de activos para demostrarle a su jefe que está haciendo un buen trabajo, úselas para mejorar su propio trabajo. La PVM proporciona los pasos para lograr ese objetivo.



**Andreas Doerken** es vicepresidente sénior de Argo Consulting. Se especializa en la gestión del valor del producto (PVM). El Sr. Doerken gestiona proyectos de excelencia operativa en todos los países europeos, Estados Unidos y Asia en industrias que incluyen: fabricación industrial, petroquímica, automotriz, farmacéutica y empresas objetivo y de cartera de compañías de capital privado. [www.argoconsulting.com](http://www.argoconsulting.com)

# NO MÁS HOJAS DE CÁLCULO:

## EL NUEVO PARADIGMA EN LA GESTIÓN DE ESTRATEGIAS DE ACTIVOS

por Amir Dattoo



Microsoft Excel® es una herramienta increíble. Sin embargo, tiene sus limitaciones y defectos para los ingenieros que no están capacitados en programación de computadoras.

El problema principal de las hojas de cálculo para gestionar programas de mantenimiento es el error humano. Independientemente de lo meticuloso que usted sea al crear una hoja de cálculo, una sola línea de datos que se ingrese incorrectamente o, peor aún, una fórmula inexacta definida por el usuario puede tener enormes implicaciones en el futuro.

De hecho, el estudio «What We Know About Spreadsheet Errors» conducido por Raymond Panko de la Facultad de Administración de Empresas de la Universidad de Hawai y que se publicó en el *Journal of End User Computing*, descubrió que el 88 por ciento de las hojas de cálculo tienen errores. Advierte:

*“Estos índices de error son completamente consistentes con los índices de error encontrados en otras actividades humanas. Con índices de error en las celdas tan altos, la mayoría de las hojas de cálculo grandes tendrán múltiples errores, e incluso las hojas de cálculo relativamente pequeñas convertidas en “bloc de notas” tendrán una probabilidad de error significativa”.*

Cuando se trata de mantenimiento, estos pequeños errores pueden acumularse rápidamente.



Piense en un proyecto de mantenimiento multimillonario. Un gerente de mantenimiento ingresa sin darse cuenta algunas estimaciones de costos incorrectos. Las decisiones se toman basándose en los cálculos resultantes de estos datos incorrectos y, en consecuencia, la maquinaria no recibe mantenimiento en el momento correcto.

O, la ecuación de probabilidad de falla no es del todo correcta. De acuerdo con la hoja de cálculo, no es probable que una pieza importante de la maquinaria falle pronto, entonces se retrasa el mantenimiento. Uh. La maquinaria falla y se debe parar toda la planta. El tiempo de inactividad cuesta decenas de miles de dólares por día.

Sí, Excel se puede usar para crear enlaces entre diferentes hojas, desarrollar relaciones jerárquicas y crear tablas pivote simples. Incluso puede ejecutar simulaciones de Monte Carlo complejas para determinar las probabilidades de falla de los activos. Es flexible y fácilmente adaptable. Pero ¿su organización puede permitirse el riesgo de errores de composición debido a datos ingresados incorrectamente o una fórmula defectuosa?

### Comprender la gestión del trabajo

Como bien sabe cualquier ingeniero o gerente de mantenimiento, la gestión del trabajo es una pieza fundamental del rompecabezas del mantenimiento. Se trata de evaluar la maquinaria, decidir qué debe hacer con ella, programar el trabajo, completar el trabajo y, finalmente, revisar sus acciones.

Sería difícil encontrar una organización que no tenga instaurado un buen proceso de gestión del trabajo. Además, hay muchos sistemas de *software* empresarial para ayudar a gestionar la actividad.

Sin embargo, estos sistemas empresariales no son suficientes en un área fundamental: la gestión de estrategias de activos. El análisis de confiabilidad no está integrado en las herramientas, por lo que las organizaciones recurren a las hojas de cálculo para gestionar cosas como el análisis predictivo de fallas, modo de falla, análisis de efectos y simulaciones de confiabilidad.

¿La buena noticia? Instaurar una solución de gestión de estrategias de activos (ASM) elimina los resultados inconsistentes de las estrategias de activos e impulsa la mejora continua de la confiabilidad. La ASM ayuda a responder “qué” mantenimiento y “cuándo” realizarlo. Además, está demostrando que ahorra dinero, evita tiempo de inactividad y mejora el desempeño general del negocio.

### Beneficios clave de la gestión de estrategias de activos

El uso de una solución ASM empresarial en vez de hojas de cálculo ofrece un gran valor para cualquier organización.

En primer lugar, como una solución estructurada, usted sabe que ha pasado por rigurosas rondas de pruebas realizadas por programadores experimentados. Los errores de fórmulas simplemente no existen.

¿Qué pasa con el error humano? La solución ASM le ayuda a evitar errores de entrada realizados por el usuario a través de la validación y la verificación de datos. Usted configura las reglas de negocio y la lógica que señala de inmediato cualquier error que se haya cometido. Por ejemplo, hay un campo común llamado condición del sistema. Puede configurar el campo como obligatorio, lo que significa que el usuario debe ingresar un número para avanzar al siguiente campo. Incluso puede estipular qué número o números pueden ser.

Además, la ASM ofrece grandes ganancias de eficiencia. Desarrollar una estrategia de gestión de la confiabilidad puede tomar casi tres años utilizando hojas de cálculo. Sin embargo, al usar una herramienta de *software* empresarial ASM, las estrategias de confiabilidad complejas de esa misma organización pueden estar listas y funcionando en seis meses.

La eficiencia también se encuentra en la reducción de los archivos que se están utilizando. Si usa hojas de cálculo para gestionar los cronogramas de mantenimiento, es común tener una hoja de cálculo diferente en cada sitio. Un cambio que debe instaurarse a nivel global requiere un gran esfuerzo y conlleva un riesgo de error. Cuando los datos se consolidan en un sistema

ASM, los cambios se pueden hacer de manera individual y global.

Además, los estudios de confiabilidad interactúan perfectamente con el Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento (CMMS), sin problemas de versiones o pérdida de datos.

Quizás el beneficio más significativo de una solución ASM es su capacidad para facilitar la toma de decisiones basada en el riesgo. Las hojas de cálculo no proporcionan análisis en tiempo real para orientar la toma de decisiones informadas. Sin embargo, con el sistema ASM adecuado, todas las métricas clave que necesita para tomar decisiones críticas, que podrían ser el éxito o la ruina para su negocio, están a su alcance.

### En resumen

Si actualmente está tratando de gestionar sus estrategias de activos con hojas de cálculo como su herramienta empresarial, es posible que ya tenga dificultades con la colaboración y el almacenamiento de grandes datos. Es posible que también haya experimentado los efectos de los errores que pueden tener estos sistemas o, tal vez, no sepa dónde se encuentran los errores o qué tan significativos son.

Los errores pueden conducir a una mala toma de decisiones, comprometiendo la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria o, peor aún, la exposición desconocida al riesgo crítico. Como alternativa, considere aumentar la confiabilidad y disminuir los costos de inactividad mediante el uso de una solución de *software* que sea apta para su objetivo y que pueda manejar las necesidades de una organización colaborativa de nivel empresarial.

---

**“Instaurar una solución ASM elimina los resultados inconsistentes de las estrategias de activos e impulsa la mejora continua de la confiabilidad”.**

---



**Amir Datto, CRL, CMRP,** es gerente técnico en ARMS Reliability. Trabaja en el desarrollo de software de gestión de estrategias de activos empresariales y software relacionado con la confiabilidad y su instauración. Además, proporciona soporte técnico y gobernanza para proyectos de confiabilidad. [www.armsreliability.com](http://www.armsreliability.com)

# REDUCCIONES DE COSTOS

## SIN PÉRDIDAS EN LA EFECTIVIDAD DE LA MAQUINARIA O LA INTEGRIDAD DE LOS ACTIVOS

por Doug Robey

**L**os equipos de trabajo, programas y prácticas de mantenimiento y confiabilidad parecen ser un objetivo constante para la reducción de costos. Sin embargo, esto plantea una pregunta importante: ¿Cómo se puede lograr reducir los costos sin pérdidas en la efectividad de la maquinaria o la integridad de los activos?

Cuando las empresas instauran programas globales para reducir fallas en la maquinaria, no siempre es evidente dónde están los problemas o las causas raíz porque los programas a menudo intentan abordar todo a la vez. Con estos programas se obtienen algunos rendimientos y beneficios inmediatos; sin embargo, estos mismos programas a menudo hacen mucho más de lo que realmente se requiere. Un ejemplo de esto es seguir las pautas del fabricante del equipamiento original sin tener en cuenta o ajustar según las especificaciones de la planta ni los diseños o planos de la maquinaria.

Aunque se logra una mejora inmediata en el tiempo de actividad de la maquinaria, la realidad es que la mayoría de las organizaciones van más allá de lo que se necesita para lograr ese resultado. Se pueden obtener y mejorar los mismos resultados al agregar otro paso después de la instauración. Ese paso es analizar la efectividad del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) y el mantenimiento planificado e identificar oportunidades para el ahorro y la optimización de costos.

Un enfoque de optimización de mantenimiento planificado comienza con un análisis detallado del programa para identificar sus deficiencias y seleccionar métricas clave para apuntar a la mejora.

La optimización también puede identificar las mejores prácticas que ya existen en una organización para compartirlas y que se usen de forma generalizada. Esto significa buscar áreas de alto desempeño, analizar las diferencias entre esas áreas y otras, para luego instaurar un programa con el fin de difundir las mejores prácticas en toda la organización. Esencialmente, usted asegura que el tiempo y el dinero se inviertan en los lugares **más adecuados**

e idóneos. Al mismo tiempo, usted inspecciona y elimina tareas repetitivas e innecesarias y obtiene el máximo impacto de su esfuerzo. ¡Las actividades correctas en el momento justo!

Por ejemplo, una organización especializada en destrucción química instauró programas de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

y mantenimiento planificado. Aunque se obtuvieron excelentes resultados, los programas comenzaron a ser difíciles de mantener, enfrentando costos excesivos. La organización comenzó un enfoque de optimización del RCM y el mantenimiento planificado que en gran parte consistió en un análisis detallado de los programas para identificar brechas y definir e instaurar soluciones rentables.

La optimización del mantenimiento planificado comenzó con una revisión de las prácticas de la empresa a través del análisis de información de varias partes.

- Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento (CMMS);
- Listas de piezas de repuestos;
- Descripción del diseño del sistema y documentación del proveedor;
- Taller sobre artículos de mantenimiento planificado (PMI);
- Inspecciones visuales de la maquinaria;
- Recorridos;
- Entrevistas con el personal del lugar.

Este análisis identificó oportunidades importantes, categorizando muchas tareas en los PMI de la empresa como “sin valor agregado”. Estas incluyeron inspección de los acoplamientos en las bombas, lubricación manual de rodamientos y cadenas y control de los sujetadores para comprobar que estuvieran ajustados.

A través de este proceso –y analizando el historial de la maquinaria y las especificaciones de diseño– muchas tareas se alinearon de manera más apropiada con las necesidades de la maquinaria y las especificaciones de

... La realidad es que la mayoría de las organizaciones van más allá de lo que se necesita para lograr ese resultado.



diseño. Esto aseguró que las actividades correctas se realizaran en el momento justo. Muchos PMI considerados “sin valor agregado” se confirmaron a través de datos empíricos.

Al reducir y eliminar tareas repetitivas e innecesarias, y alinearlas a un cronograma más efectivo, la cantidad de trabajo planificado es más eficiente y efectiva. Esto permitió el ahorro de tiempo para otras tareas y obligaciones.

Como resultado de la optimización, esta empresa mejoró la disponibilidad de sus activos en 52 días, junto con otros impactos positivos.

Para determinar si su organización podría tener algunos de los mismos problemas y explorar oportunidades para ahorrar costos, considere realizar un ejercicio rápido respondiendo las siguientes preguntas sobre su organización para aclarar la situación actual.

¿Cuál es su costo total de mantenimiento?

- Mano de obra, piezas, transporte, almacenamiento, etc.

¿Cuál es el costo de la falta de confiabilidad?

- Costo e impacto de las pérdidas del negocio

¿Cuál es el porcentaje de trabajo reactivo con respecto al total de las horas de trabajo de mantenimiento?

- ¿Cuál es el porcentaje de horas planificadas del personal de mantenimiento en relación con el total de horas?

¿Dónde están las principales demoras y áreas problemáticas?

- ¿Cuáles son las causas raíz?

Si alguna de estas preguntas es preocupante, considere tomar medidas para abordar lo que podría estar causando el problema. En lugar de tratar de solucionar todos los problemas a la vez, enfocarse en un conjunto específico de deficiencias a través de un análisis detallado del programa puede revelar oportunidades significativas para mejorar los costos y, al mismo tiempo, mantener la eficiencia y la efectividad de los programas iniciales.

Instaure un programa, como un enfoque de optimización del mantenimiento planificado, y tenga tres cosas en mente:

1. **ENFOCARSE EN LAS DEFICIENCIAS.** El desarrollo o la evaluación anual de las estrategias de confiabilidad y mantenimiento deben enfocarse en eliminar las deficiencias clave; comparar donde se encuentra ahora con adónde quiere llegar.
2. **OBTENER UNA PERSPECTIVA EXTERNA.** Hay una necesidad constante de que las organizaciones revisen y se vuelvan a enfocar en las deficiencias. Aunque algunas organizaciones han podido hacerlo a nivel interno, recuerde que una perspectiva externa es valiosa.
3. **APLICAR LAS MEJORES PRÁCTICAS.** A menudo, el conocimiento de las mejores prácticas no es conocido ampliamente a nivel interno, pero es crítico para el índice de progreso de una organización.

## Conclusión

Al establecer un enfoque de optimización del mantenimiento planificado y enfocarse en las deficiencias, obtener una perspectiva externa y aplicar las mejores prácticas, los equipos de trabajo pueden reducir de manera efectiva los costos de sus programas de confiabilidad del mantenimiento y encontrar oportunidades de mejora.



**Doug Robey**, CRL, CMRP, es vicepresidente de Capacitación y Confiabilidad del Mantenimiento en GP Strategies. El Sr. Robey cuenta con más de 20 años de experiencia en educación para adultos y asesoramiento en capacitación en mantenimiento. Actualmente supervisa los enfoques estratégicos y el lanzamiento exitoso de proyectos de mejora del desempeño, servicios y ventas en varios sectores del mercado, incluyendo energía, fabricación, electrónica/ semiconductores, acero, petróleo y gas, entre otros. [www.gpstrategies.com](http://www.gpstrategies.com)

Un programa de optimización de mantenimiento planificado comienza con un análisis detallado de un programa para identificar sus deficiencias y seleccionar métricas clave para apuntar a la mejora.





# IDENTIFICAR

## FALLAS DE RODAMIENTOS EN UNA ETAPA TEMPRANA

**E**s fundamental detectar el desgaste, desbalanceo y desalineación de piezas rotativas dentro de la maquinaria para su estado y desempeño general. Esto puede lograrse al instaurar una variedad de técnicas comprobadas. El análisis de vibraciones, por ejemplo, usa acelerómetros para detectar posibles problemas con equipamiento o maquinaria industrial causados por piezas rotativas alineadas incorrectamente, sueltas o desbalanceadas.

Estas técnicas tienden a ser más efectivas durante las últimas etapas del ciclo de desgaste, cuando el daño ya se comienza a producir. Sin embargo, en las primeras etapas de desgaste puede ser difícil separar la señal de desgaste de las frecuencias subyacentes y de fondo de la máquina, ya que las señales de vibración son de baja intensidad durante ese periodo.

### LA SOLUCIÓN

En lugar de esperar a que las tasas de desgaste avancen a una etapa posterior (al punto en que es probable que el desempeño de la maquinaria disminuya mientras aumenta la posibilidad de tiempo de inactividad no programado), los ingenieros de mantenimiento y producción pueden aprovechar una técnica de procesamiento de señal llamada aceleración envolvente.

por Chris Hansford





... La aceleración envolvente filtra progresivamente las partes no deseadas del espectro de vibración hasta que la señal de defecto del rodamiento se pueda aislar del ruido a su alrededor. ”



Esto permite a los ingenieros superar las limitaciones de las mediciones del espectro de velocidad convencionales y detectar la falla de, por ejemplo, rodamientos con elementos rodantes en la etapa más temprana posible. Luego, se puede monitorear la tasa de desgaste y planificar el trabajo de mantenimiento según corresponda.

En la práctica, lo que tiende a ocurrir es que un defecto en un elemento rodante causa repetidos eventos de impacto que generan frecuencias de resonancia en las superficies circundantes de la máquina, haciendo que suene. Aunque la amplitud de la señal sonora decae entre impactos y se convierte en parte de la señal de vibración general de la máquina, no obstante, esta afecta la respuesta de resonancia natural de la máquina en las frecuencias de impacto.

Usando un acelerómetro de alto rendimiento, la aceleración envolvente filtra progresivamente las partes no deseadas del espectro de vibración hasta que la señal de defecto del rodamiento se pueda aislar del ruido a su alrededor. Entonces, la señal se identifica claramente.

Esta información se puede recopilar fácilmente del acelerómetro con un recopilador de datos, lista para ser revisada e interpretada por un especialista. A partir de esto se puede tomar una decisión informada sobre si el trabajo de mantenimiento se requiere inmediatamente o no o si se puede planificar como parte de los programas de rutina.



## LOGRAR RESULTADOS EXITOSOS

Aunque de muchas maneras la aceleración envolvente es la opción ideal para detectar fallas en los rodamientos, esa tiene varias limitaciones posibles que deben tenerse en cuenta antes de instaurarla. La primera consideración para los ingenieros de planta es la idoneidad de cada máquina, ya que la aceleración envolvente no es apta para usar en todas y cada una de las máquinas. La técnica detecta fallas que involucran rozamientos repetidos de metal con metal, lo que significa que cualquier cosa que oculte esto (como juntas o amortiguadores) puede reducir su efectividad.

Sin embargo, cuando una aplicación se considera apta, hay varios factores que pueden asegurar mejores resultados. En primer lugar, para medir la señal de bajo nivel, los acelerómetros deben seleccionarse cuidadosamente y en el rango de frecuencia adecuado para adaptarse a las necesidades de la máquina o aplicación en particular.

Una vez especificados y listos para usar, los acelerómetros deben montarse correctamente en una superficie limpia y plana muy cerca del componente que se monitorea para garantizar resultados consistentes. Un montaje deficiente reduce la confiabilidad de los resultados y puede hacer

que los datos recopilados sean redundantes, lo que impide que se tomen decisiones correctas y acciones apropiadas.

Una vez que los acelerómetros se hayan instalado y calibrado, las lecturas de datos se deben tomar a intervalos regulares durante un período para permitir que los análisis de tendencias sean precisos. Esto permite identificar un estado de deterioro continuo, por ejemplo.

Es importante comprender que la información proporcionada no es una simple respuesta simple de sí o no, ya que se requiere algo de habilidad y experiencia para interpretarla. Por ejemplo, la amplitud del empeoramiento de la condición en realidad puede reducirse con el tiempo a medida que la imperfección se hace más pareja.

Los posibles beneficios de la aceleración envolvente son claros, pero no sería prudente confiar solo en la técnica. Instaurarla como parte

de un régimen de monitoreo y análisis más amplio puede ser mucho más efectivo, lo que ayuda a los ingenieros de planta a proteger la salud, el desempeño y la productividad de todos los activos bajo su cuidado.



**Figura 1:** Los acelerómetros deben montarse de manera segura sobre una base limpia y sólida. Además, deben ubicarse lo más cerca posible al componente monitoreando.

“... Las lecturas de datos se deben tomar a intervalos regulares durante un período para permitir que los análisis de tendencias sean precisos.”

## ACELERACIÓN ENVOLVENTE EN ACCIÓN

Según el Global Wind Energy Council (GWEC), a fines de 2014 había 268 000 turbinas eólicas en funcionamiento, con un promedio de 8000 componentes separados por turbina. De estos, muchos se relacionan con la transmisión, que se considera la principal causa del tiempo de inactividad prolongado. Se sabe que el desgaste de cajas de cambios y rodamientos, en particular, causa problemas. El monitoreo de vibraciones de forma regular puede evitar estos problemas, eliminando la necesidad de reparaciones costosas.

Sin embargo, la complejidad de una turbina eólica típica presenta un desafío para el monitoreo de vibraciones. Por ejemplo, la turbina principal, la caja de cambios y el generador a menudo tienen instalados más de 15 rodamientos con elementos rodantes, mientras que la caja de cambios incorpora una serie de etapas, cada una con múltiples engranajes. Estos componentes generan vibraciones características únicas con diferentes amplitudes y frecuencias. Estas vibraciones características pueden ser difíciles de aislar entre sí y pueden ocultarse debido al ruido de los sistemas circundantes.

Aquí es donde la aceleración envolvente puede desempeñar un papel crucial, permitiendo a los analistas de vibraciones y a los ingenieros de mantenimiento separar las características de las vibraciones e identificar los cambios en las condiciones de la señal, lo que puede indicar un desgaste creciente.

Para que sea efectiva, la aceleración envolvente requiere el uso de varios acelerómetros instalados en todas las partes rotativas clave. Estas incluyen: los rodamientos principales; etapas de engranajes planetarios, intermedios y de alta velocidad; el generador; rodamientos internos y externos; e idealmente, la góndola transversal y los movimientos axiales.

En cada caso se deben considerar varios factores críticos. En particular, cada acelerómetro debe montarse de manera segura sobre una base limpia y sólida y lo más cerca posible del componente que se monitorea. Habitualmente se utilizan montajes M8 estándar.

También es importante recopilar datos de manera consistente para permitir que cualquier cambio en las condiciones operativas o tendencias en el tiempo sean identificadas con precisión en la etapa más temprana posible.



**Chris Hansford** es el director general de Hansford Sensors, un fabricante líder de acelerómetros y equipos auxiliares. El Sr. Hansford es un ingeniero electromecánico calificado con más de 30 años de experiencia en la industria del monitoreo de vibraciones. [www.hansfordsensors.com](http://www.hansfordsensors.com)



Parte II de II:

# ULTRASONIDO PARA LA SEGURIDAD... ¡O PARA CUALQUIER OTRA COSA!

por Jim Hall

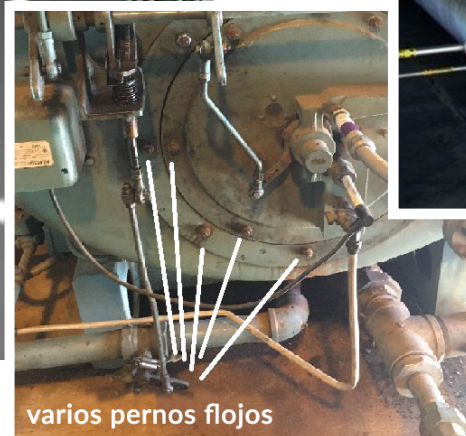
**E**n la Parte I de este artículo (*Uptime*® diciembre 2017), el foco estaba puesto en el uso de ultrasonido y LA SEGURIDAD. Espero que este haya alentado un debate en su instalación con respecto a cómo esta tecnología, independientemente de su antigüedad u origen, puede ser un salvavidas. Se puede afirmar ciertamente que esta tecnología ha existido desde antes que usted naciera. Sin embargo, sigue siendo una tecnología muy valiosa en muchos aspectos.

La Parte II de este artículo se enfoca en el ultrasonido para la confiabilidad del mantenimiento. Presenta situaciones de la vida real en cuanto a por qué los electricistas y los termógrafos infrarrojos deben usar el ultrasonido como una tecnología complementaria.

**Figura 1:** Corona vista desde una cámara de corona, los puntos representan el gas ionizado rodeando la anomalía; el ultrasonido detectó la corona a través de las puertas cerradas del gabinete.



**Figura 3:** Central eléctrica alimentada con carbón de nueve tanques de gas hidrógeno



**Figura 2:** Caja de llama horizontal de una caldera

## Mejore la seguridad con ultrasonido

Las aplicaciones de ultrasonido presentadas en ambas partes de este artículo están comprobadas. A pesar de esto, muchos electricistas, técnicos y termógrafos infrarrojos aún necesitan ser convencidos para aprender a usar ultrasonido como parte de su inspección eléctrica. En resumen, hacer que el ultrasonido sea una tecnología complementaria a su inspección eléctrica podría marcar la diferencia en su regreso a casa de forma segura hoy. Sí, esas son palabras fuertes, pero hay que escribirlas. Se basan en años de experiencia de lo que se conoce hoy en comparación con lo que se conocía antes de que se pusiera en práctica la norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo (NFPA 70E) de la National Fire Protection Association (NFPA). En pocas palabras, se recomienda encarecidamente el uso de ultrasonido para la inspección eléctrica.

El ultrasonido –para la inspección eléctrica del dispositivo de distribución y las subestaciones; para detectar y localizar el arco; y para el seguimiento y la descarga de corona– sigue siendo uno de los menos entendidos. En algunos casos, ha sido fácil ignorarlo.

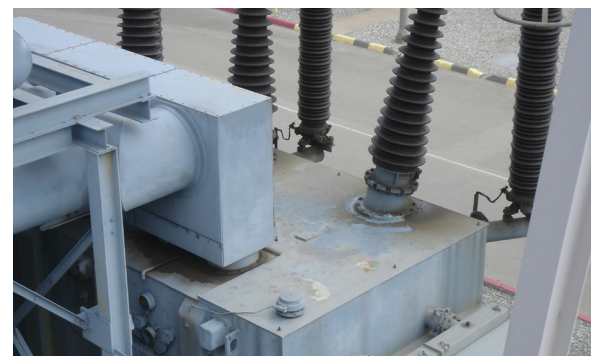
Cada planta industrial, planta de generación eléctrica y proveedor de servicios públicos tiene aplicaciones eléctricas donde el ultrasonido debe y puede usarse religiosamente. Si aún necesita convencerse, organice una demostración de ultrasonido para escanear el dispositivo de distribución y las subestaciones con los trabajadores de la planta para demostrar el uso del ultrasonido y cómo puede detectar y localizar anomalías eléctricas que alteran la atmósfera que lo rodea con un arco, descarga parcial, etc.

La corona, en conjunto con sus subproductos óxido nítrico, carbono, luz ultravioleta y ozono, ocasiona el deterioro continuo del aparato, *hardware* o conexiones. Se puede detectar fácilmente dentro del rango del transductor o receptor ultrasónico. Una vez se encuentra, el truco es convencerse de hacer algo acerca de los hallazgos. Si tiene un conector o pieza de *hardware* que se deteriora continuamente buscando tierra, ¿permitiría que esto continúe? ¿Qué tan grave es? Si hay corona, es grave.<sup>1</sup> La gravedad no es la cantidad de decibeles que detecta, sino más bien qué tan próximo está usted con respecto a la anomalía.

La figura 1 es el resultado de detectar solo dos a tres decibeles al escanear las puertas de un gabinete cerrado con fase a tierra de 7200 V y fase a fase de 12 470 V. Los sonidos de la descarga de corona provocaron la inspección inmediata del gabinete eléctrico. Una vez abierto, un escudo de plástico estaba directamente detrás de las puertas entre el exterior de las puertas del gabinete y los conos de esfuerzo. Cuando se energiza, la corona se puede escuchar a unos cuarenta pies de distancia y también se notaron otros seis a siete decibeles más altos.

**Tenga en cuenta que** *la gravedad no es la cantidad de decibeles que detecta, sino más bien qué tan próximo está usted con respecto a la anomalía.*

Una semana más tarde, se utilizó una cámara de corona para filmar los conos de esfuerzo dañados y el *hardware* relacionado. El daño no se



**Figura 4:** Fuga de nitrógeno en el transformador elevado

limitó a un área, sino a varias ubicaciones dentro del gabinete. Esto podría haber sido una falla catastrófica. El gabinete estaba ubicado en una pequeña acera del campus universitario y a pocos pasos del constante tráfico peatonal diario.

## Inspección segura de una caja de llama horizontal de una caldera usando ultrasonido

En un edificio alto en Los Ángeles, California, el equipo de mantenimiento tuvo que usar la fuerza de dos manos para abrir la puerta de la sala de calderas debido a la presencia de una fuerte presión negativa de aire desde el interior de la sala. En otras palabras, la sala estaba evacuando una gran cantidad de aire en un rango de trabajo “seguro” y para reducir los efectos del monóxido de carbono en la habitación. Se usó ultrasonido en la sala para detectar fugas en las tuberías de aire comprimido. Afortunadamente, lo primero que se detectó no fue una fuga de aire comprimido, sino una fuga desde varios pernos de la caja de llama horizontal de la caldera (figura 2).

El uso del instrumento de ultrasonido y un cono de goma frente al receptor permitieron identificar cada uno de los pernos con fuga. También fue evidente que algunos de los pernos sueltos tenían rota la marca de torsión. Una vez que se reemplazaron los pernos, fue evidente que la situación de fuga se había resuelto ya que desde ese momento solo se necesitó de una mano para abrir la puerta de la sala de calderas.

Hacer que el ultrasonido sea una tecnología complementaria a su inspección eléctrica podría marcar la diferencia en su regreso a casa de forma segura hoy.



## Casi el 70 por ciento de todos los generadores de energía eléctrica de más de 60 MW del mundo usan refrigeración por hidrógeno.

### El uso de ultrasonido encuentra de manera segura las fugas de gas hidrógeno en las plantas de generación de energía eléctrica

En 2009, un artículo escrito por Nancy Spring<sup>2</sup> decía: “Según John Speranza, vicepresidente de ventas de productos de hidrógeno de Proton Energy Systems, casi el 70 por ciento de todos los generadores de energía eléctrica de más de 60 MW del mundo usa refrigeración de hidrógeno”. El artículo continúa explicando que hay dos formas de satisfacer la demanda de hidrógeno para el generador: suministrarlo en cilindros o fabricarlo en las instalaciones. “El inventario de gas hidrógeno pasa a ser la principal preocupación de seguridad debido a la energía potencial en el hidrógeno”, dijo el señor Speranza.

**Por ejemplo, el Sr. Speranza dijo que un cilindro portátil estándar lleno de hidrógeno a 2400 psig equivale a 35 libras de TNT en términos de una posible explosión. Un conjunto de 12 cilindros representa 420 libras de TNT y un típico remolque de tubos, 5585 libras de TNT.**

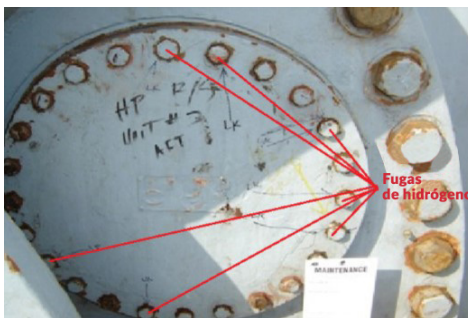
El uso de hidrógeno es una forma efectiva de enfriar el generador y permite a los operadores de la planta obtener muchos más megavatios de un generador más pequeño (figura 3).

¿Tiene hidrógeno en su planta? Si la respuesta es sí, es de esperar que tenga detectores específicos para gas y detectores de fugas. Sin embargo, a lo largo de los años, varios técnicos han descubierto que el ultrasonido detecta una fuga de hidrógeno a distancia. El ultrasonido también puede localizar una fuga de hidrógeno alrededor del sello de un generador.

En una planta de generación de energía eléctrica en el sur de California, un grupo de técnicos de ultrasonido de nivel 1 renunció debido a desacuerdos y porque la planta cambiaba de propietario. La planta no tuvo éxito en encontrar un instrumento de ultrasonido en las instalaciones y después de que los servicios locales tampoco lograron localizar una fuga de nitrógeno, se llamó a un instructor de ultrasonido para localizar la fuga en un transformador elevado (figura 4). El instructor la encontró en 45 segundos. Se llevaron a cabo inspecciones adicionales, incluyendo el dispositivo de distribución y la inspección de fugas de hidrógeno alrededor de las placas de acceso

del generador y turbina. Se encontraron alrededor de doce fugas de hidrógeno. ¿Por qué tantas? Sencillamente porque las condiciones ambientales impidieron el uso de un detector específico de gas para oler y detectar las fugas de hidrógeno.

La causa de estas condiciones ambientales fueron los vientos de Santa Ana del sur de California. Son feroces, tanto para las alergias como para detectar fugas de gas, como helio o hidrógeno, en espacios abiertos. Sin embargo, un detector de ultrasonido detecta la turbulencia, independientemente del aire o el gas. Con la ayuda de una solución líquida que amplifica las fugas, se puede rociar una capa delgada de este surfactante sobre el perno y las cabezas de los pernos y detectar la explosión de burbujas tan pequeñas que son muy difíciles de ver a simple vista. El sonido, muy parecido al cereal de arroz que cruje con la leche, se detectó en las áreas circundantes a las cabezas de los pernos y las bridas (figura 5). Las fugas de hidrógeno detectadas por ultrasonido se habrían podido descubrir con un detector específico de gas si los vientos no hubieran soplado.



**Figura 5:** Fugas de hidrógeno alrededor de la placa de acceso del generador encontradas con el uso de ultrasonido y una solución líquida

### Evalúe su programa de inspección por ultrasonido

Con suerte, los ejemplos de la vida real en este artículo le han dado una pausa para comprender por qué los usuarios y profesionales de ultrasonido son tan apasionados del uso del ultrasonido para la confiabilidad del mantenimiento. El uso de estos instrumentos ayuda a mantener seguras a las personas, las instalaciones y el medioambiente.

Dedique un momento para echarle un vistazo a su programa de inspección por ultrasonido y haga lo siguiente:

- evalúe el almacenamiento y manejo de los cilindros de gas;
- revalúe la viabilidad, tanto desde una perspectiva financiera como de seguridad, para reemplazar los tanques de hidrógeno por generadores de hidrógeno en el sitio;
- determine si está realizando inspecciones de calderas apropiadas de acuerdo con la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (ASME), la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) o los códigos de la Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión (NBB);
- verifique que esté utilizando instrumentos de ultrasonido con las calificaciones de seguridad apropiadas (por ejemplo, FM, ATEX, etc.);
- capacite a sus técnicos en el uso de ultrasonido, si aún no lo están.

Hay tantas aplicaciones donde se puede emplear el ultrasonido, si los técnicos están capacitados en su uso adecuado. Como dice el eslogan: primero la seguridad. La seguridad es responsabilidad de todos y el uso del ultrasonido puede garantizar dicha seguridad.

## Ultrasonido para LA SEGURIDAD ¡o para cualquier otra cosa!

### Referencias

1. «What You Can't Hear, Can Hurt You!» Seminario web sobre inspecciones eléctricas presentado por Joe Gierlach de TEGG Corporation y organizado por Gary Mohr de UE Systems, Inc., 2010. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=1P8eJm-HOqMA>
2. SPRING, Nancy, «Hydrogen Cools Well, But Safety Is Crucial.» *Power Engineering*, 1 de septiembre de 2009.



**Jim Hall**, CRL, es director ejecutivo de The Ultrasound Institute (TUI). El Sr. Hall ha estado en el mercado del ultrasonido por más de 25 años y ha capacitado a muchas compañías de la lista Fortune 500 en el uso de ultrasonido transportado por el aire, incluyendo las industrias de energía eléctrica y generación de electricidad, pulpa y papel, automotriz y de aviación. Además, ha sido un escritor colaborador del segmento de ultrasonido de Uptime® Magazine desde el comienzo de la publicación. [www.theultrasoundinstitute.com](http://www.theultrasoundinstitute.com)

# ¿MANTENIMIENTO PREDICTIVO O MANTENIMIENTO DE DETECCIÓN?

por Joel Levitt

Orador en la Conferencia Internacional de Mantenimiento (IMC) 2017



¿Es usted un gran creyente del análisis de aceite, análisis de vibraciones, infrarrojo y el uso de varios tipos de ultrasonido? ¿Está a favor de tantas nuevas tecnologías que le permiten observar aspectos de una máquina y ver su estado en nuevas formas?

¿Qué le parece el mantenimiento predictivo (PdM)? Si cree que es una tontería, un fraude, usted no es el único. Hasta hace uno o dos años, cualquiera de las predicciones de mantenimiento predictivo (PdM) realizadas con el uso del análisis de microdatos y herramientas estilo Watson tenían el mismo valor que el del papel en que están impresas. Entonces, ¿cuál es el problema? El problema es el lenguaje impreciso. El problema se crea cuando las palabras se usan para significar algo diferente a lo que realmente significan. Cuando dice algo, pero las palabras tienen otro significado al prestarles atención, usted (intencionalmente) confunde a las personas.

¿El escaneo infrarrojo tiene el significado que indica el diccionario: “relacionado con o que tiene el efecto de predecir un evento o resultado”? Piense en ello a partir de su experiencia: puede predecir una falla con un escaneo, pero el escaneo en sí mismo no es de ninguna manera predictivo.

Tal vez el nombre mantenimiento predictivo (PdM) debería cambiarse por mantenimiento de detección. ¿Qué está haciendo en realidad? Mire-

**“Entonces, ¿cuál es el problema? El problema es el lenguaje impreciso”.**

mos una imagen infrarroja (ver figura 1). Claro, podría argumentar que el cable del medio fallará. Podría ser cierto, pero no es exacto.

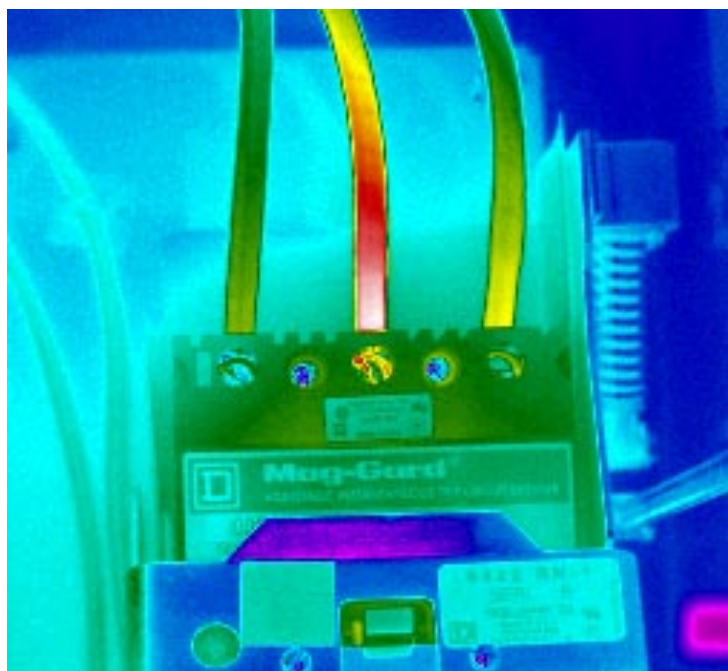
¿Qué sucede si se dice que infrarrojo es una forma de detectar inconvenientes que podrían generar problemas? La figura 1 en realidad es una condición que podría ocasionar problemas. Por lo tanto, ha detectado satisfactoriamente posibles problemas sin que haya una predicción falsa.

¿Cuántas veces ha encarado una reunión donde se ha sentido presionado porque una predicción de su mantenimiento predictivo (PdM) no se cumplió? A los ejecutivos les encanta cuando la gente de mantenimiento grita que el cielo está cayendo porque su equipamiento de predicción lo dice.

Considere ese escenario en comparación con uno en que ha detectado una anomalía y planea investigarla, arreglarla, observarla, ocultarla o lo que sea. Suena más creíble, ¿cierto?

Algún día, no muy lejano, realmente habrá sistemas de mantenimiento predictivo (PdM) que le enviarán mensajes de texto diciendo: “Salga del área si no quiere morir” o algo así de directo.

Figura 1



**Joel Levitt, CRL, CPMM**, es presidente de Springfield Resources. El Sr. Levitt tiene más de 30 años de experiencia en muchos aspectos del mantenimiento, como diseño de control de procesos, inspector de equipo fuente, electricista, técnico de servicio, operaciones marítimas y administración de bienes. Además, es un destacado instructor de profesionales de mantenimiento que ha enseñado en más de 25 países del mundo, por medio de más de 500 sesiones educativas en más de 3000 organizaciones y a más de 17 000 líderes de mantenimiento. [www.maintenancetraining.com](http://www.maintenancetraining.com)





**“Ahora vote:  
¿mantenimiento predictivo  
o de detección?”**





P  
Y  
R

## MANTENER A NUEVA YORK EN MOVIMIENTO.

Esa es la misión corporativa y la visión general de la Autoridad de Transporte Metropolitano (MTA). Entonces, ¿qué se necesita para mantener en funcionamiento la ciudad más grande de los Estados Unidos?

Mildred Chua, vicepresidenta y directora financiera de MTA Bridges and Tunnels (B&T) expresa: "Creo que las mejores prácticas en gestión de activos permitirán que nuestra organización use nuestra infraestructura para brindar un servicio seguro y confiable a nuestros clientes. Al gestionar bien nuestros activos físicos, no solo podemos trabajar para asegurar un alto desempeño de nuestros puentes y túneles, sino que también podemos lograr los objetivos de maximizar nuestros ingresos mientras optimizamos el costo de la prestación de nuestros servicios".





**P: ¿Podría describir brevemente la cultura de gestión de activos en la MTA y su función en ella?**

Como la agencia de transporte más grande del mundo (compuesta por cinco agencias operativas), la MTA es una organización con uso intensivo de activos y una base de activos diversos que incluyen ferrocarriles, tránsito, autobuses, puentes y túneles. ¡El valor combinado de nuestros activos se estima en 1 billón de dólares!

Soy vicepresidenta y directora financiera de la agencia MTA Bridges and Tunnels (B&T), que opera los puentes y túneles con peaje en la Ciudad de Nueva York. También auspicio el programa de la iniciativa del Sistema de Gestión de Activos Empresariales (EAM) de la agencia.

La gestión de activos es un valor fundamental y un estilo de vida en la MTA. Hemos gestionado desde el principio a nuestros activos, ya sean adquiridos o construidos, y nuestra fuerza de trabajo se desempeña como administradores orgullosos de nuestros activos, independientemente de la agencia operativa para la que trabajen. Nuestros empleados tienen una cualidad casi heroica: prosperan con la satisfacción de que, al final de cada día, contribuyen a cumplir la misión de la MTA de mantener a Nueva York en movimiento.

A pesar de tener una cultura sólida de gestión de activos, nuestras prácticas actuales no son consistentes en todas las agencias de la MTA. Si bien hemos tenido éxito en mantener nuestros activos en buen estado, siempre hay mucho más trabajo por hacer para alinearnos con los objetivos corporativos, las expectativas de los clientes y, por supuesto, las normas internacionales de gestión de activos: ISO55000. Por lo tanto, hemos estado inmersos en la instauración de un programa EAM en todas las agencias de la MTA desde 2013, con énfasis en establecer un sistema integral de gestión para formalizar y proporcionar un marco estructurado para nuestras prácticas de gestión de activos ya establecidas.

**P: Ha tenido un papel activo fomentando el avance de la gestión de activos, ¿qué la impulsa a ser tan apasionada sobre el tema?**

Mi experiencia es en finanzas, planificación de inversiones y presupuestos; así que, por supuesto, la gestión de activos es extremadamente importante desde el punto de vista financiero, específicamente desde una perspectiva de costo total de propiedad. Sin embargo, mi pasión por la gestión de activos está profundamente arraigada en mi curiosidad natural por comprender los factores que hay detrás de las situaciones y no simplemente aceptar las cosas por su valor nominal. Me encanta explorar opciones y posibilidades desde varias perspectivas más allá del ámbito financiero y

llegar a resultados más globales e integrales. El desarrollo de un caso de negocio y la evaluación de alternativas para seleccionar las mejores opciones de valor son una parte integral de mi conjunto de habilidades, junto con mi inclinación hacia el uso de datos para permitir la toma de decisiones basada en la evidencia. Debido a mi función en la MTA B&T, tengo una perspectiva única y una comprensión de los desafíos y éxitos en múltiples disciplinas a través de la visibilidad obtenida de nuestro proceso de planificación estratégica y financiera. Esto ofrece oportunidades para integrar diferentes perspectivas para lograr eficiencias y un mejor valor para nuestras inversiones, así como ayudar a que las personas comprendan el valor que aportan, independientemente de sus antecedentes y experiencia.

**P: ¿Puede darnos un ejemplo de cómo la diversidad ha desempeñado un papel en el viaje a la gestión de activos actual de la MTA?**

Hay muchas maneras de ver la diversidad. En primer lugar, se trata de considerar todas las

perspectivas diferentes más allá de la ingeniería y el mantenimiento, extendiendo la participación para incluir funciones administrativas, como finanzas, adquisiciones, recursos humanos e informática (TI). En segundo lugar, la diversidad tiene que ver con la inclusión en la fuerza laboral y refleja una representación saludable de género, edad y grupo étnico. Por último, pero no menos importante, hay diversidad en toda la familia de la MTA. Somos cinco agencias operativas que tienen negocios únicos diferentes (por ej., ferrocarriles, tránsito, autobuses, puentes, túneles); sin embargo, nos alineamos a un objetivo común para la gestión de activos en toda la empresa MTA. Creo que todas estas perspectivas sobre la diversidad han desempeñado un papel importante en el viaje a la gestión de activos de la MTA.

Por ejemplo, nuestros programas de gestión de activos empresariales incluyen proyectos que conciernen a todos los departamentos y abarcan tres flujos de trabajo principales (personas y cultura, procesos del negocio, sistemas y datos) que se integran para trabajar en







conjunto para permitir esfuerzos integrales de instauración. Cuando instauramos nuestro programa recientemente terminado para pago de peaje sin dinero en efectivo en carreteras abiertas (ORT), incluimos a cada departamento y a todos los niveles de la organización para cumplir con el cronograma acelerado dentro del presupuesto y para la satisfacción de nuestros clientes.

Cabe mencionar que cuando se lanzó el programa EAM en la MTA, todos los auspiciantes del programa de la agencia eran mujeres que tenían amplia experiencia en planificación de inversiones, presupuesto y finanzas. Creo que esto dice mucho sobre el principal objetivo del programa de la MTA: alcanzar la eficiencia y lograr ese equilibrio óptimo de CAPEX y OPEX al tomar decisiones sobre inversiones para mantener nuestra base de activos en buen estado durante su ciclo de vida.

Este es el verdadero reflejo de las muchas formas en que la diversidad está muy presente en la MTA, no solo en la gestión de activos, sino en todos los aspectos del negocio.

### **P: ¿Qué pueden aprender otras organizaciones al fomentar la diversidad en sus viajes a la gestión de activos?**

Hasta ahora, fomentar la diversidad como parte de nuestro viaje a la gestión de activos ha permitido una mejor integración de perspectivas diferentes y únicas en un objetivo común que nos alinea de manera estratégica y táctica en nuestras organizaciones. La diversidad nos permite trascender la perspectiva tradicional de

gestión de activos de la ingeniería de confiabilidad y el mantenimiento para incluir todas las disciplinas de nuestra agencia.

A través de nuestros esfuerzos organizacionales para alentar la diversidad en la MTA B&T hemos podido unir a todos para concebir un enfoque empresarial en la gestión de nuestros activos. Estamos muy orgullosos de nuestra declaración de visión para la gestión de activos, que simplemente establece: “Cada paso cuenta”. Estas tres palabras simples captan brevemente la declaración de nuestra misión que es proporcionar un servicio eficiente, seguro y confiable a nuestros clientes y generar superávit para subsidiar las operaciones de transporte masivo. Usamos la visión para inspirar y ayudar a nuestros empleados a entender que, si bien podemos ver el mundo a través de diferentes lentes, todos y cada uno de nosotros en la MTA B&T desempeña una función para que “cada paso cuente” por nosotros, nuestros clientes, la familia MTA y la región de Nueva York. ¡Manténganos a Nueva York en movimiento haciendo que cada paso cuente!

### **P: ¿Cuáles son las barreras para la diversidad y cómo podemos superarlas?**

Una de las barreras para lograr la diversidad es la falta de buena comunicación en los equipos y grupos de trabajo, así como entre la gerencia y el personal. Esto puede ser un desafío trascendental cuando hay una gran variación en los antecedentes de los empleados; especialmente si hay diferentes predisposiciones y culturas porque a menudo resultan en diferentes formas de expresión que se malinterpretan fácil-

mente si los canales de comunicación no están abiertos. Una comunicación realmente efectiva establece confianza y entendimiento, le ayuda a actuar en riesgos y oportunidades, además de promover la productividad y la alineación. Para mejorar la comunicación, los líderes deben dirigir con el ejemplo y demostrar empatía y respeto mutuo.

La resistencia al cambio es otra barrera ligeramente diferente ya que se relaciona más con el impulso de la cultura de una organización. La diversidad afecta las normas de la organización al crear la necesidad de flexibilidad y evolución hacia una cultura más amplia, una necesidad que a veces encuentra resistencia. La resistencia construye un muro alrededor de un grupo y crea silos o divisiones que fomentan menos comunicación y mayor aislamiento. Para superar la resistencia, usted debe ser capaz de responder la pregunta que suelen hacer los que se resisten a cambiar: “¿En qué me beneficia?”. Luego, proceda a instaurar un enfoque planificado para cambiar de una manera que permita que las personas comprendan y conozcan los beneficios sociales, ambientales y financieros deseados del cambio, así como también sus propios beneficios.

### **P: ¿Puede dar un ejemplo de diversidad en acción?**

Uno de los objetivos del programa EAM de la MTA B&T es establecer una comunidad de práctica de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) enfocado en integrar los principios de gestión de activos y confiabilidad dentro de la cultura y la actitud de la organización. La instauración de la EAM requiere la participación de todas las discipli-



nas. Sin embargo, la mayoría de los conocimientos técnicos necesarios para la gestión de activos están en las áreas de ingeniería, mantenimiento y operaciones. Para brindar oportunidades y alentar a las mujeres de estos departamentos y de toda la agencia a participar en la instauración del programa EAM, la MTA B&T estableció una campaña formal para reclutar personal interesado en unirse a la comunidad de Mujeres en Confiabilidad y Gestión de Activos (WIRAM) para aumentar la participación de mujeres de todas las disciplinas en la organización. A medida que aumenta la participación, esperamos ver una mayor aplicación del conocimiento y los principios de la EAM en las rutinas y proyectos diarios.

### **P: ¿Dónde ve a las mujeres en confiabilidad y gestión de activos dentro de 5 a 10 años?**

La EAM es multifuncional, multidisciplinaria y, esencialmente, un ámbito diverso donde cualquiera y todos los que tengan interés y deseo pueden encontrar una vocación personal y profesional. A medida que más mujeres se incorporen a las profesiones en las áreas de STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática), creo que habrá más oportunidades para la exposición y la participación en ingeniería de confiabilidad, mantenimiento y EAM. Me siento particularmente incentivada porque veo que las generaciones más jóvenes ingresan a nuestra fuerza laboral (muchas son mujeres jóvenes) con mente abierta y sed de aprender muchas cosas diferentes más allá de su área de especialización. La EAM prospera en este tipo de actitud.

Mi objetivo como patrocinadora de la EAM es crear una comunidad de práctica, no solo para WIRAM, sino para la gestión de activos en general. En nuestra agencia, hemos comenzado a mostrar a todos nuestros empleados nuevos los principios de gestión de activos y confiabilidad como parte de su proceso de orientación. Además, pudimos dar un impulso a nuestro programa cuando instauramos el ORT en todos nuestros cruces en un año. Estamos empezando a tener resultados positivos al aplicar los principios de la EAM para apoyar nuestros esfuerzos de instauración del ORT. Muchas mujeres en la MTA B&T participaron en esta importante iniciativa y a medida que continúan practicando los principios de la EAM, comparten y transmiten sus conocimientos y experiencia a la próxima generación de gerentes de activos, estoy segura de que veremos un nivel de participación creciente entre las mujeres. De igual modo, veremos una mejor competencia y más madurez para la EAM, no solo en la MTA, sino en la industria en general.

### **P: ¿La gestión de cambios puede desempeñar un papel para alentar a las mujeres en la confiabilidad y la gestión de activos?**



¡Absolutamente! La gestión de cambios es clave para la instauración exitosa de cualquier cosa nueva, innovadora y transformacional, como nuestro programa EAM. El equipo de gestión de cambios de la MTA busca facilitar un cambio en el comportamiento brindando a los empleados el conocimiento, las habilidades, las actitudes y los deseos necesarios para que estos adopten los principios de la gestión de activos y su futura aplicación en sus rutinas diarias. Hay programas de capacitación disponibles en este tema y hay canales de comunicación regulares donde las noticias sobre la EAM se comparten regularmente con la familia MTA.

Varias mujeres de la MTA, que han disfrutado los beneficios de esta comunidad especial de práctica y ambiente de aprendizaje, me animaron para unirme a WIRAM. Como patrocinadora del programa EAM de la MTA B&T, también soy la primera mujer de mi agencia que se une. Me ha resultado gratificante participar y compartir ideas y conocimientos con mujeres de todo el mundo que comparten la misma pasión que yo por la gestión de activos empresariales. Desde entonces, comencé a reclutar a mis compañeras profesionales de la EAM de mi agencia para que se unieran a este movimiento. Estoy agradecida por la oportunidad de ser parte de la familia WIRAM.

### **P: ¿Cuál es su consejo para los jóvenes ingenieros que esperan seguir esta carrera?**

Esta es una pregunta interesante ya que no soy ingeniera. No obstante, mi consejo para el joven ingeniero o cualquier persona que tenga la aspiración de seguir una carrera en gestión de acti-

vos es que recuerde que la gestión de activos es mucho más que ingeniería, confiabilidad, mantenimiento o sistemas. Se necesita una actitud especial para ser un buen profesional de la gestión de activos. Debe dejar a un lado su propia perspectiva y tener interés en escuchar, comprender y considerar todos los puntos de vista diferentes. Ver cómo contribuyen, agregan valor, se integran y conectan para lograr resultados globales.

El valor real de la gestión de activos se obtiene integrando y coordinando apropiadamente diversos conjuntos de actividades en toda la organización para lograr el desempeño máximo, eficiencia y la alineación del entorno operativo con las metas y los objetivos corporativos. Esto significa no solo sentirse cómodo al tratar con una gama de disciplinas únicas y diferentes, sino también ayudar a las personas de la organización a comprender y valorar las contribuciones desde todas las perspectivas y actitudes más allá de las propias. No creo que haya ninguna materia o plan de estudios universitario que enseñe a los estudiantes cómo lograr esta actitud, ya que se aprende principalmente a través de la exposición a la diversidad de pensamiento, junto con el compromiso personal de adoptar la filosofía de gestión de activos empresariales.

Mi mantra personal es: "Dejar que los acontecimientos ocurran y abrirse a las posibilidades". La EAM es una disciplina orientada a desarrollar una base sólida. Permitir que los principios se arraiguen y florezcan, posibilitando que aquellos que desean aprovechar las oportunidades de mejora sigan el camino de la mejora continua y las mejores prácticas.



**Para obtener más información  
y unirse: [maintenance.org](https://www.maintenance.org)**



Producido por

RELIABILITY  
WEB.COM

uptime<sup>®</sup>  
magazine

# maximo<sup>®</sup> world

(evento en inglés)

7 al 9 de agosto de 2018  
Walt Disney World Dolphin Resort  
Orlando, FL

**Un ecosistema para  
la gestión de activos**

17.<sup>a</sup> Conferencia MaximoWorld y Feria Industrial  
para Profesionales en Gestión de Activos

Para más información, visite: [maximoworld.com](http://maximoworld.com)