

Año 1, N° 5, Agosto 2014

# PREDICTIVA 21

**TERRENCE O'HANLON:  
LA CULTURA ES EL RETO MÁS GRANDE  
PARA LA GERENCIA DE ACTIVOS**

**PROFESOR JAVIER BLASCO:  
UN MÁSTER PRÁCTICO Y ACCESIBLE  
PARA UN MUNDO EN EVOLUCIÓN CONSTANTE**

**COLAGA 2014 EN VENEZUELA**

**9º CONGRESO MEXICANO DE CONFIABILIDAD  
Y MANTENIMIENTO EN MONTEREY, N.L**

**PRECONLUB EN MÉXICO**

**LA SEMANA DEL FACILITY MANAGEMENT  
ATERRIZA EN PANAMÁ**

**GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE ACTIVOS  
FÍSICOS EMPLEANDO CÓDIGOS BIDIMENSIONALES  
DE RESPUESTA RÁPIDA — QR**





E&M Solutions, C.A.  
www.eymsolutions.com

 @eymsolutions

 E&M Solutions, C.A.

 +58 291-643-7055



## Soluciones Efectivas para la Gestión de Activos

Ofrecemos soluciones especializadas en ingeniería y gestión de activos para el área petrolera, gasífera, petroquímica, siderúrgica y generación de energía.

### Nuestras líneas de negocios:

- Ingeniería y Construcción
- Mantenimiento y Confiabilidad
- Servicios Profesionales

Contacta a E&M Solutions, C.A.

**Respaldo Profesional para la Confiabilidad Industrial**



## TODO LO QUE RUEDA...

La fotografía de portada de Predictiva21, de la autoría del arquitecto Giancarlo Giusti, ilustra perfectamente el espíritu de esta quinta edición, en la cual hemos concedido especial importancia a varios congresos y eventos internacionales centrados en confiabilidad y gerencia de activos.

El lente de Giusti capta magistralmente lo que parece ser un conjunto interminable de ruedas dentadas, cuyo centro tiene una bombilla, símbolo por antonomasia del ingenio humano. Desde su invención, la rueda dentada ha tenido un propósito definido: echar a andar diversos mecanismos, cuya complejidad y áreas de aplicación han crecido con el tiempo. Cada rueda dentada se mueve y hace girar las que tiene a su alrededor, en una propagación del movimiento que ha permitido desarrollar la industria a lo largo del tiempo. De manera análoga, podemos afirmar que cada conocimiento, idea o adelanto humano, al ser transmitidos a otros seres humanos, hacen girar también los complejos mecanismos de nuestra civilización, de la misma forma que la transmisión del movimiento circular de una rueda dentada hace girar al resto, en una u otra dirección. En esta edición hemos tomado en consideración un número importante de congresos y jornadas sobre mantenimiento, tribología, facility management y disciplinas conexas que están teniendo lugar en varias partes del orbe. Si podemos resumir en una palabra lo que implican estos eventos (conferencias, talleres, certificaciones, exposiciones, networking y mesas de negocios), esta palabra sería comunicar. Etimológicamente, comunicar significa poner en común, de ahí nuestro interés en llevar a ustedes, a través de este esfuerzo editorial, todo un compendio informativo de lo que acontece en el mundo del mantenimiento predictivo, la gestión de activos, sus actuales protagonistas y un amplio etcétera que podrá descubrir en esta nueva edición. Y, como en un enorme tapiz de ruedas dentadas, todo este conocimiento que se comunica, todo ese saber acumulado con la experiencia y el buen hacer, se propaga para echar a andar otros mecanismos, para mover el enorme mecanismo de la industria mundial, cuyo fin ulterior ha de ser la construcción de un mundo mejor.

**Enrique González**  
Director General

## PREDICTIVA21

## Junta directiva

## Director General:

Enrique González

## Director de Mercadeo:

Miguel Guzmán

## Jefe de Información:

Alimey Díaz

## Diseño y Diagramación:

María Sophia Méndez

## Foto Portada:

Giancarlo Giusti

## Digitalización y Web Master:

Edgar Guzmán  
Elio Luces

## Asistente Editorial

Daniela Angulo

## Colaboradores:

Steiver Montoya Silva

Elisaúl Materán

Elimar Rojas

Edwin Gutiérrez

José Hernández

Brau Clemenza

Antonio Abejaro

Enrique Dounce Villanueva

Juvenal Herrera Gama

David Trocel

Juvenal Herrera Gama

José Rodríguez

Orestes Treto Cárdenas

Ibis Rodríguez

Nilvet Díaz

Ernesto Burgos

Juan Machín

Erol Zabiski

- 4** Oportunidades en el área de mantenimiento latinoamericano  
*Artículo técnico*
- 10** CIFMers en cifras  
*Nota de prensa*
- 12** Terrence O'Halon: La cultura es el reto más grande para la gerencia de activos  
*Entrevista*
- 18** COLAGA 2014  
*Nota de prensa*
- 20** Javier Blasco: Un máster práctico y accesible para un mundo en evolución constante  
*Entrevista*
- 24** 9º Congreso mexicano de confiabilidad y mantenimiento en Monterey, N.L.  
*Nota de prensa*
- 26** El Costo Psicológico  
*Artículo*
- 28** Hablemos de mantenimiento productivo total  
*Artículo técnico*
- 36** La Semana del Facility Management aterriza en Panamá  
*Nota de prensa*
- 38** La confiabilidad: Lucha del bien contra el mal  
*Artículo técnico*
- 42** PRECONLUB  
*Nota de prensa*
- 44** Gestión de la información de activos físicos empleando códigos bidimensionales de respuesta rápida - QR  
*Artículo técnico*
- 50** Generalización, beneficios e impacto de la tecnología SGestMan  
*Artículo técnico*
- 60** Aplicación de la tecnología de inspección basada en riesgo (IBR) para la generación de planes óptimos de inspección a equipos estáticos en la industria del petróleo y gas (II Parte)  
*Artículo técnico*
- 68** Detección de fugas internas en válvulas mediante la técnica de ultrasonido (II Parte)  
*Artículo técnico*
- 78** Terrence O'Hanlon: Culture is the biggest challenge for assets management  
*Interview*
- 84** Javier Blasco: A practical and accessible master for a world in constant evolution  
*Interview*
- 88** Eventos  
*Infografía*

# Oportunidades en el área de mantenimiento latinoamericano

## INTRODUCCIÓN

Hoy día las compañías transnacionales han estado aterrizando en suelo latinoamericano por muchas razones. Una de ellas es la mano de obra más barata y calificada. Cabe señalar que la región donde me encuentro (Guanajuato, México), ha estado creciendo en el área automotriz y por ello es primordial que exista gente calificada y actualizada. Actualmente, las compañías con recursos para renovación o inversión en equipo de última generación son las que padecen “menos” problemas en las cuestiones de mantenimiento. ¿Pero qué sucede con las compañías que no tienen el soporte financiero para realizar esa actividad? Espero responder esta pregunta en base a mi paso breve por el área de mantenimiento industrial, de una manera menos formal realizando descripciones típicas en el taller y confío en que muchos colegas podrán identificar este punto con su trabajo cotidiano.

Pero antes, unos datos importantes, las inversiones extranjeras en suelo latinoamericano han ido creciendo a partir del año 2000 hasta hoy día, llegando a tener un monto récord en el 2012 por \$173,361 millones1 de dólares según el organismo económico CEPAL2.



Figura1.- Latinoamérica (wikipedia).

Enfocándonos a la pregunta que se hizo anteriormente, considero que las compañías tratan de sacarle el máximo provecho a los equipos que poseen, bajo un esquema que tiene una mala planeación, con un enfoque más correctivo que preventivo.

Vamos a desglosar las oportunidades que en latinoamérica tenemos:

**La planeación:** Esta considerada como un conjunto de actividades que cada año las empresas deben seguir para mantener sus equipos operando con las mínimas fallas posibles. Cabe señalar, que todos los equipos presentarán una falla en su sistema tarde o temprano, pero al dar seguimiento a la planeación, las horas de paro en la línea de producción serán mínimas. Un punto crítico a mi consideración, es que muchas veces al área de planeación llega gente recién egresada, la cual tendrá un conocimiento envidiable en la parte teórica, pero llega muy débil en la parte práctica. Esto conlleva a problemas en la planeación del mantenimiento.

Estos problemas están ligados, tanto con el equipo, como con el personal que lo opera. Pongamos un ejemplo: el recién llegado al área de planeación, desconoce la cantidad y capacidad de los motores y sus fallas recurrentes, así como le son ajenas las habilidades del

personal técnico.

Por todo esto, está el caso siguiente: se genera una orden de trabajo (OT) la cual consiste en atender los motores de la línea 1 de producción, que posee 10 motores de diferentes capacidades y se tienen 2 técnicos para atender dicha línea.

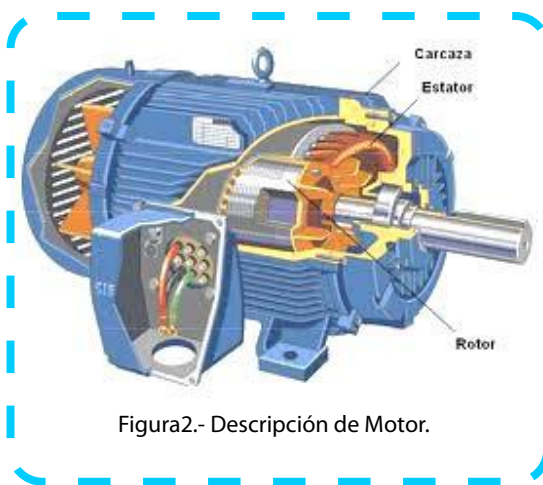


Figura2.- Descripción de Motor.

**¿Qué es lo que se está omitiendo por completo en la planeación de esta actividad?**

Por supuesto, ya debió primero de revisar la disponibilidad de la línea para poder parar y desensamblar los equipos, tener refacciones listas como rodamientos, sellos, grasa, etc. Pero más importante aún es qué tiempo se llevan los técnicos en el desensamble, qué problemas tiene cada motor, cuántas horas de trabajo tienen desde la última rutina de chequeo (cuántas horas de trabajo esta marcado el mantenimiento). No falta el comentario dentro del taller del por qué se planeó el bajar tal motor, si en la rutina de chequeo no se consideraba como un motor con problema. Entiéndase, que los compañeros técnicos con herramientas poco profesionales pero con fundamento, aplican procesos que nos ayudan a entender si dicho motor requiere o no mantenimiento.

Recuerdo la vez en que me llevó un técnico experimentado, a quien le llamaban el "tío", al área del sótano donde había un ruido increíble, poca luz, mucha agua en el piso y sobre todo, motores. Me dijo, "chécate si los rodamientos

están buenos o no". Como encargado del área, no sabía en verdad cómo hacerlo con un motor acoplado y sobre todo en funcionamiento. Tenía unas semanas de tomar el control del departamento y no había estado en mantenimiento anteriormente, de ahí estas vivencias. Regresando al punto de revisión de los rodamientos, le pregunté al "tío" ¿Cómo lo haces? Muy amablemente me dijo "te voy a mostrar". Sacó un largo desarmador plano y lo colocó en la parte de atrás cerca de la carcasa del ventilador y acto seguido, acercó el oído, el cual estaba protegido por los tapones para el ruido. ¡Maravilloso!, se escuchaba el movimiento del rodamiento. Pero ya en la siguiente ocasión no lo hicimos así, teníamos un estetoscopio adaptado con una punta para poder colocarla en los motores y "escuchar" esos pequeños detalles de los rodamientos. Todo eso implica un tiempo y un buen criterio para poder retroalimentar al planeador sobre lo que debe tomar en cuenta en la siguiente OT.



Figura3.- Estetoscopio.

Cuando el planeador no va al área al cual él destina la OT, hay que desconfiar plenamente en la tarea que pretende realizar. Los modismos cambian de país en país, pero a esto le llaman por acá "te quieren meter un gol". Esto es, una forma rápida de que el planeador justifique su puesto inventando actividades para tener el personal ocupado. ¡Vaya que en su momento me metieron goles! Y las consecuencias eran que esa planeación le tomó al técnico 3 horas solo en una área y el reclamo no caía en el planeador, sino en el encargado del área. Por lo tanto, esa área de oportunidad que tenemos en Latinoamérica se puede ir mejorando con la conciencia de un trabajo bien planeado, bien

ejecutado y sobre todo con el compromiso de tener un área productiva. La verdad no hay una fórmula exacta para ello, se podrá mencionar la filosofía de las 5's, etc. Pero recae en su responsabilidad de conocer el área, conocer al personal, conocer los equipos y sus proveedores. De esta manera, es la mejor forma de combatir la falta de planeación en nuestras áreas productivas.

**La obsolescencia:** Es algo inevitable en los equipos o sistemas, y conforme pasa el tiempo este fenómeno se acelera cada vez, los avances en electrónica y la reducción de costos en las piezas que se usan, han provocado un efecto que antes era imposible imaginar y me refiero a esto; es más fácil y barato cambiar tarjetas o el equipo completo que mandarlo a reparar en la mayoría de las ocasiones. Por tal efecto, las compañías en Latinoamérica muchas de ellas reciben tecnología de desecho de otros países y ese mismo equipo es el que se monta en nuestras compañías por lo cual el personal ya no tiene la capacitación del uso de un equipo. Cito un ejemplo que me toco vivir en el 2007: estando en una compañía de producción de papel fino (aquel que usan las libretas), se tenía un equipo que controlaba todos los motores de la máquina de producción de papel, ¿ustedes imaginan un proceso que junto con la máquina era casi del tamaño de un campo de fútbol? El equipo era de los inicios de los años 80's, comenzó a fallar y la compra de un equipo no estaba contemplado aún por el alto costo. Se tuvo que llamar a un especialista que llegó desde Noruega porque solo había tres equipos funcionando a nivel ¡mundial!, el cobro por la atención en sitio fue elevadísima. Hoy día, las mismas compañías te ofrecen un plan de actualización de sus equipos y ellos mismos te mencionan un tiempo estimado de soporte técnico y de refaccionamiento.

Estimados lectores, la obsolescencia debe ser atendida con eficacia ya que la productividad y la seguridad de la producción está de por medio.

Es importante mencionar que caemos en un círculo vicioso, ya que si las compañías latinas no tienen el soporte financiero, es difícil llevar a cabo una sustitución de equipo que ayude a evitar la obsolescencia, pero pueden existir salidas. Como es el caso en México, donde los apoyos a las pequeñas y medianas empresas "PyMES" pueden con un sustento bien elaborado, aportar capital para que las compañías puedan adquirir equipo o simplemente expandirse. Muchas veces fundamentado en la cantidad de empleos que se pudieran generar.

Nos comentaba un proveedor de equipos en una ocasión que el tiempo ideal no existe para cambiar equipos, pero se está tomando como un promedio general un tiempo no mayor a 10 años, por lo tanto estimados lectores, es necesario que salgan a su área productiva y verifiquen junto con su equipo de trabajo que es lo que tiene mas de 10 años, etiquetarlo e ir buscando dos cosas: plantear el problema a la gerencia de planta y llevar consigo las posibles soluciones que hay en el mercado. Con esto, ustedes jefes de departamento o gerentes de mantenimiento tienen una arma muy filosa de su lado: saben qué equipos pueden ocasionar un problema mayor, dieron aviso con tiempo y llevaron soluciones a la gerencia general.

Puede surgir una pregunta ¿Por que deberían ser 10 años? Bueno si ustedes lo reducen a la mitad por ejemplo, no se estaría retornando el monto de inversión si fue una cantidad elevada, en cambio si lo prolongamos a ese tiempo, ya tendremos la inversión de regreso para entonces y quizás con algún monto extra por ése equipo comprado. Esto, no está escrito en piedra y las empresas son libres de cambiar equipo en el tiempo mas conveniente.



Figura 4.- En mantenimiento, es vital estar al tanto de la vida útil de nuestros equipos.

**Refacciones:** Un punto importante al que tratamos de hacer una analogía podría ser; si el atleta de alto rendimiento necesita una buena dieta, entonces los equipos de planta para no

bajar productividad requieren refacciones. Recuerdo muy bien haber entrado la primera vez al almacén de refacciones de la compañía de papel, fue impresionante todo lo que tenían ahí dentro, parecía mas una gran tienda que un simple almacén, sin llegar a comentarles que el sótano de refacciones de motores era aun más impresionante, si estaban instalados en la planta cerca de 5000 motores se imaginan cuantos estaban en reserva.

Otro punto importante en el refaccionamiento es: no tener precisamente todos los equipos, las tarjetas y de todos aquellos motores que estan instalados en la planta, hubiera que tenerles un reemplazo, no, sería costosísimo! Pero sí, los que tienen tiempos de entrega muy grandes, muchas veces porque el proveedor no los tiene en la misma localidad, con muy buena suerte están en otro estado dentro del país y quizás en un plazo de dos días estén en la planta, pero ¿qué pasa cuando estan del otro lado del mundo? y se requiere pagar entre un 50%- 70% del costo y el resto en la entrega del equipo, sin mencionar que el tiempo de entrega pudiera ser de hasta 2 semanas. Muchas de las compañías no tienen en el presupuesto un equipo de tal costo, así que se tendría que hacer todo un proceso largo y tedioso con el gerente de planta para solventar un problema que con toda razón nos preguntaría ¿por qué no lo previste con tiempo? ¿qué fue lo que omitiste? ¿por qué hoy vienes a solicitar dinero, si comentabas que todo iba bien?.

Generalmente el planeador se encarga de estar al pendiente de las refacciones y que lleguen en tiempo, ya que si él no esta al pendiente, ¿cómo puede planear una orden de trabajo sin refacciones?, ¡Cuidado! con esas prácticas laborales poco productivas.

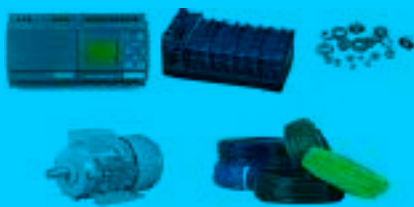


Figura 5.- Refacciones típicas en el área de mantenimiento.

En mi caso me sirvió mucho la buena relación que llevé con cada uno de los proveedores y que en una llamada hacian hasta lo imposible por ayudarme, eso es una buena clave para que su área tenga refacciones en tiempo y forma. ¿En que les ayudaba yo? En seguimiento a sus órdenes de compra; si ya habían salido, por qué no salieron, qué falta por autorizar, cosas así ellos las toman mucho en cuenta. Recuerden la frase de moda hoy día en las compañías, GANAR-GANAR.

**Capacitación:** Un tema bastante medular en el área de mantenimiento, donde todo técnico o ingeniero debe estar al día sobre los nuevos equipos, programación, etc. Generalmente las empresas que tienen una rotación de equipos más frecuente, son la que suele proporcionar capacitaciones, ya sea en la misma planta o a través del fabricante en sus instalaciones. Pero sí aquellas empresas latinas que no pueden solventar un cambio de equipo, mucho menos podrán con una capacitación de alto nivel, ¿Qué es lo que pasa entonces?, bueno sucede que se recurre a la auto-capacitación, donde los compañeros con mayor antigüedad son los que se encargan de dar seguimiento a la transmisión del conocimiento y que desgraciadamente muchas veces es empírico, es decir, através del tiempo que llevan dentro del área de trabajo. De ahí es donde tomamos malas prácticas de mantenimiento, algunas “mañas” de ellos que les han funcionado bien durante esos años y las permean a los nuevos elementos, como cuando el agua se transmina por las grietas.

En lo personal eso fue lo que aprendí en el área de mantenimiento, lo que aprendí mucho o poco fue por lo que me transmitieron mis compañeros, mis propios errores, lo que veía en planta o recomendaciones. En cambio, está el otro lado de la moneda, donde hay líderes de mantenimiento que van con mucha frecuencia a cursos, talleres, seminarios, etc. Pero no transmiten el conocimiento como deberían o simplemente se lo guardan con gran recelo. Este punto, sin saber o querer entenderlo, aquellos compañeros que se capacitan mucho pudieran



hacerse el trabajo aún más sencillo, ¿como?, simplemente con elaborar una capacitación quizás no al mismo nivel que se llevo, pero pueden ayudar al área subiendo el nivel de conocimientos del personal y eso te dará muchos dividendos ya que el propio personal te podrá ayudar en solventar una falla sin que tú estes presente.

Traten de convencer con la frase ya muy trillada en la red "la capacitación no es un gasto, es una inversión".



Figura 6.- La capacitación ayuda en un mejor nivel de entendimiento en el mantenimiento.

**Inversiones:** Son siempre algo duro de aceptar y algo duro de obtener, sobre todo cuando te encuentras en un área vieja y con demasiados problemas que no fueron analizados de una forma más conveniente por la persona anterior a ti y ni tu jefe que quizás no se da vueltas muy seguido por el área. Estaba yo en una área con equipo operando, al parecer sin muchos problemas, el detalle es que dichos equipos eran de una tecnología de principios de la década pasada y el actual proveedor ya tenía una tercera generación, por lo que ellos mismos nos hicieron llegar una carta donde indicaban que tenía fecha límite tanto el soporte técnico, como el suministro de refacciones, por lo que hacían un llamado para actualizar nuestros equipos tomando en cuenta los actuales. Es decir, nos harían un descuento tomando en cuenta cada uno de los equipos montados en nuestras instalaciones. Sonaba ¡excelente!, pero para ello debía convencer al gerente de área de las bondades de tal cambio. En fin, me propuse hacer una presentación muy técnica de los equipos actuales contra los nuevos, mi primer

gran error, nunca vayan a la gerencia con cuestiones técnicas, se deben enfocar en números. Bueno, una vez corregida esta cuestión se logró convencer al gerente de área, ahora restaba convencer al gerente de planta. Para no hacer esto largo, al menos el tiempo que estuve se decía que no hay dinero por el momento, cero inversión.



Figura 7.- La inversión en el área resuelve muchos de los problemas de mantenimiento.

¿Qué podríamos hacer nosotros? Podríamos realizar lo siguiente; juntar información, tener seguridad en lo que se esta haciendo, realizar una junta con el gerente y con el proveedor, lograr un acuerdo. Dicho acuerdo pudiera ser instalar un set de equipos en algun lugar de la planta que ayuden a llevar el proceso día a día y compararlo con los equipos actuales, levantar tiempos de fallas, confiabilidad de las mediciones entre ambos equipos. Una vez hecho esto por un tiempo estimado por el acuerdo, ahora sí, se podrá acudir con la gerencia general y exponer los datos que se recabaron con el fin de sustentar la adquisición del equipo. Una ayuda fundamental es que el proveedor acuda para poder convencer del lado financiero. De esa forma, volvemos a tener un GANAR-GANAR.

Cabe señalar que dicha inversión no solo es comprar equipos nuevos sólo por tener la última tecnología, se trata también de elevar la confiabilidad de mediciones, actualización de los conocimientos del personal y tener un área productiva. También es necesario para que los cambios sean más graduales, que el personal se vaya familiarizando paso a paso con la tecnología. Donde pudiera citar como ejemplo,



un caso de actualización de tecnología resultó ser un problema con el personal: en cierta área donde laboré, había personal que no era técnico solo era operador, conforme se fueron realizando cambios al sistema, se llegó al punto en que el operador requería usar una computadora para poder visualizar estados de bombas, niveles, variable eléctrica y esto paso a ser un problema muy duro de asimilar para ellos, su trabajo cambio de la noche a la mañana, de un nivel de cero demanda de conocimiento a uno muy intimidante. Es por eso que la inversión en equipos es importante, así acostumbramos al personal operario a que su función también es aprender.

**Disciplina:** Es algo que falta mucho en Latinoamérica, actualmente en mantenimiento se quiere establecer la filosofía japonesa, aquella que habla de la limpieza, estandarización, puntualidad, orden, etc. Ese punto nos atañe mucho en mantenimiento, donde si no hay fallas y estas tranquilo pudieras estar haciendo alguna mejora en tu área, revisar que las ordenes estén debidamente firmadas y que los datos que colocaron los compañeros del turno anterior sean congruentes. Aquí realmente no puedo externar una mejora a implementar, es algo que como latinos debemos trabajar desde nuestras familias, los jóvenes entiendan y quieren seguir mas esa tendencia de estandarización y limpieza.

Finalmente, creo que estos son los puntos que en Latinoamérica deberán ser tomados en cuenta, considero que la planeación esta ligada a la disciplina laboral y si en las empresas latinas no se tiene dicha actitud, sera difícil implementar mejoras. Lo que puede estar ayudando actualmente, es que las empresas transnacionales están contratando por competencias y/o actitud y ellos imponen una nueva forma de trabajar. Pero si no queremos seguir tal camino, estaremos generalmente haciendo labores como los bomberos, de apaga fuegos en cada una de las áreas de la planta. Reaccionando, no planeando, cansándonos constantemente de un área que es sumamente

demandante y peor aún, si no contamos con ciertas bondades que nos ayuden a sobrellevar el ritmo diario.

**AUTOR:**

*Juvenal Herrera Gama*

*Profesor de Cátedra*

*Ingeniero electrónico y de comunicaciones*

**REFERENCIAS:**

*-[http://es.wikipedia.org/wiki/Inversi%C3%B3n\\_extranjera\\_directa\\_en\\_America\\_Latina](http://es.wikipedia.org/wiki/Inversi%C3%B3n_extranjera_directa_en_America_Latina)*

*-[http://es.wikipedia.org/wiki/Inversi%C3%B3n\\_extranjera\\_directa\\_en\\_America\\_Latina#cite\\_note-1](http://es.wikipedia.org/wiki/Inversi%C3%B3n_extranjera_directa_en_America_Latina#cite_note-1)*



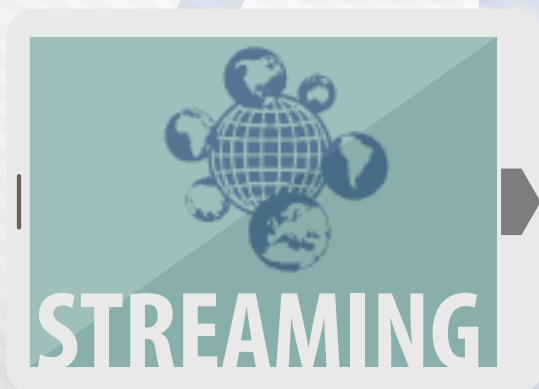


CIFMers

Congreso Iberoamericano  
de Facility Managers

# CIFMers

# EN CIFRAS





# CIFMers

## Celebrado con éxito CIFMers, el primer congreso de Facility Managers para Facility Managers

Madrid, 19 de mayo de 2014

Los pasados 8 y 9 de mayo se celebró, en el marco de la I Semana Internacional de la Construcción y Rehabilitación Eficiente (SICRE) en IFEMA, el Congreso Iberoamericano de Facility Managers, CIFMers. En este congreso se dieron cita profesionales del Facility Management, que encontraron en el evento una oportunidad única de conocer las mejores prácticas del sector y de compartir experiencias.

La semana pasada Madrid fue el centro de las miradas de los facility managers de todo el mundo, especialmente de aquellos localizados en la Península Ibérica y en Latinoamérica. El congreso CIFMers reunió por primera vez a representantes de las asociaciones más importantes de Facility Management y Real estate a nivel mundial, IFMA, EuroFM, Corenet y RICS. La presencia conjunta de todas estas organizaciones muestra la relevancia de este congreso para el sector.

Las ponencias, llevadas a cabo por facility managers con responsabilidad global o latinoamericana, resultaron de mucho interés en opinión del público asistente, que también valoró positivamente el hecho de que ninguna presentación tuviera carácter comercial. Esta es una característica definitiva de CIFMers, donde todos los ponentes fueron seleccionados entre facility managers, usuarios finales, con la intención de que sus colegas pudieran aprender de sus experiencias y los proveedores pudieran conocer las necesidades del público al que se dirigen.

El congreso se completó con foros más participativos que ofrecían distintos temas, tales como tendencias del FM en Latinoamérica, homegeneización en la medición de oficinas, un foro de universidades y uno de mujeres del sector del Facility Management y Real Estate. En el congreso se registraron 286 personas, de los cuales un 72% eran profesionales y un 28% proveedores de servicios. Pero la repercusión del congreso fue mayor, ya que era posible asistir online vía streaming. Durante los dos días del congreso la página web recibió más de 6.600 visitas, estando conectadas el primer día más de 600 personas y el segundo, más de 900. Las conexiones provenían de más de 23 países, lo que demuestra el interés que la disciplina del Facility Management general de forma global.

Tanto los ponentes como el público asistente alabaron la iniciativa de reunir en un mismo lugar a profesionales de toda la región latinoamericana, ya que, en opinión de casi todos ellos, queda mucho por hacer en Facility Management en la región. CIFMers ha sido el primer paso para reforzar redes de profesionales de la zona que pueden apoyarse para difundir la disciplina y potenciar el papel del Facility Management en las organizaciones. Pero ha sido solo el primer paso, el próximo punto de encuentro será en Panamá, durante La Semana Del Facility Management del 16 al 19 de septiembre. La Semana Del Facility Management es un evento más local que se celebrará también en México, del 6 al 10 de octubre, y en Perú, antes de la segunda edición de CIFMers el año que viene de nuevo en Madrid.



ENTREVISTA

**TERRENCE O'HANLON**

**LA CULTURA  
ES EL RETO  
MÁS  
GRANDE  
PARA LA  
GERENCIA  
DE ACTIVOS**





*El experto mundial en gestión de activos, editor de Uptime Magazine y dos portales web, además de consultor en mantenimiento predictivo, habla en exclusiva para Predictiva21 sobre su pasión por la difusión del conocimiento y sus convicciones sobre los cambios de paradigma para crear un mundo mejor.*

El mantenimiento y la confiabilidad conforman una de las ramas más complejas de la ingeniería. Su alcance aumenta exponencialmente en tanto los sistemas de producción, se sofistican cada vez más. Mantener y gestionar activos se ha convertido en una de las áreas más solicitadas dentro de la actividad industrial, pero paradójicamente los expertos en el tema no son los que más abundan.

Una de las figuras emblemáticas del mantenimiento es Mr. Terrence O'Hanlon. Como experto en la materia, Terry O'Hanlon ha desarrollado varias estrategias para difundir a nivel mundial la importancia del mantenimiento y cómo hacer que este conocimiento llegue a grandes masas de gente. Editor senior de la revista Up Time Magazine y los portales web [www.reliabilityweb.com](http://www.reliabilityweb.com) y [www.confiabilidad.net](http://www.confiabilidad.net),

O'Hanlon se ha destacado además como organizador de congresos, ponente, conferencista, inventor y autor de los pasaportes para la certificación SMRP. En exclusiva para Predictiva21, conversa sobre la importancia de vencer resistencias, generar cambios e impulsar las políticas de mantenimiento como una fórmula probada de generar prosperidad y desarrollo.

Desde Florida, Terry envía un cálido abrazo a Hispanoamérica y a todos los lectores de Predictiva21 a través de un audiovisual (que aparecerá próximamente en nuestra página web) en el cual expresa sucintamente parte de toda su experiencia acumulada luego de largos años en el negocio, en donde la preocupación por el mantenimiento y el asset management han sido una constante.

### **Predictiva21: Cómo especialista en el área de Mantenimiento ¿qué lo impulsó a crear medios de comunicación masivos como Up Time Magazine y Reliabilityweb.com?**

**Terrence O'Hanlon:** Queríamos proporcionar información que típicamente no estaba disponible para las publicaciones existentes. Estaba muy informado en cuanto a los temas de consulta para los expertos, sobre los autores y autoridades en la materia que tenían incluso libros publicados. Me refiero a la gente que típicamente habla en conferencias, en talleres, actividades formativas. Así que pensé en llevar toda esta información hacia un público global que pudiera beneficiarse, haciendo uso de internet. De manera simultánea, una tercera generación de mantenimiento y muchas de las técnicas actuales de confiabilidad se estaban volviendo cada vez más conocidas y mejor implementadas, y queríamos asegurarnos que existiera un medio para compartir esa información con la gente que necesitaba usarla. Y así tomó forma esta idea de globalizar el conocimiento sobre mantenimiento, a través de la revista y los portales web.



**P21: En uno de sus artículos, publicado en <http://www.maintenance.org/blogs/1>, usted toma una frase de John Lennon sobre cambiar el mundo, y la relaciona con la comunidad de confiabilidad y las posibilidades de inducir cambios en este segmento profesional. ¿Cómo cree usted que estos cambios pueden ocurrir, específicamente, dentro de la comunidad de profesionales de confiabilidad?**

TOH: Siempre hemos pensado que la confiabilidad trae lo que llamamos prosperidad económica, que se traduce en ahorros de costos innecesarios, para evitar gastos por máquinas que fallarían antes de tiempo a través de la confiabilidad, así como en el aumento de la capacidad de producción, de modo que los argumentos financieros que proponemos están siempre presentes. Es lo que llamamos la triple vertiente de Personas, Planeta y Ganancias: la prosperidad financiera, la sustentabilidad del ambiente y la responsabilidad social. Las organizaciones hoy en día no pueden simplemente enfocarse en la prosperidad financiera, aunque deban necesariamente hacerlo, sino que tienen obligaciones adicionales de buscar la sustentabilidad del ambiente y procurar la responsabilidad social en las comunidades locales, regionales y globales de las cuales forman parte. Así, nosotros pensamos que la confiabilidad permite a las organizaciones mantener su compromiso de procurar esta triple vertiente. En otras palabras, las organizaciones pueden y deben usar la confiabilidad para procurar la prosperidad económica. Pero hay algo que pensamos que no se toma en cuenta dentro de la comunidad, y es el no usar la confiabilidad para asegurar la sustentabilidad del ambiente. Lo que queremos decir con esto es que cuando un proceso emplea más energía o recursos de los que necesita, debe ser considerado un modelo fallido. No tenemos derecho a usar más energía o materiales de los que un proceso requiere, ya que las generaciones futuras tienen el derecho a usar esa energía y esos materiales, y si respetamos el futuro del planeta, de nuestros hijos y nietos, debemos asegurarnos que ellos cuenten con esa energía y materiales, que no tenemos derecho a derrochar. Desde la confiabilidad podemos determinar el uso apropiado de los recursos. Y finalmente, el elemento que falta por mencionar es la responsabilidad social. Lo que en realidad estamos tratando de hacer es enfocarnos en la escasez de líderes de confiabilidad de mantenimiento en el mundo. Hay muchas áreas donde existen pocas oportunidades económicas, y pensamos que mediante el uso de Uptime Elements, la gente que está consciente de esta triple vertiente puede conectarla con algunas de las carencias que existen de liderazgo de mantenimiento en el mundo. Y esa es la manera como practicamos actualmente la responsabilidad social, o la fomentamos.

**P21: ¿Cree usted que existe resistencia en algunas empresas para aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad? ¿Por qué?**

TOH: Puedes ponerlo en el contexto de resistencia, pero sería más simple entender que, usualmente, la confiabilidad centrada en el mantenimiento requiere cambios. Y siempre hay resistencia al cambio. Ese es un elemento de carencia en la adopción de la confiabilidad centrada en el mantenimiento, y es un proceso difícil que consume mucho tiempo, a excepción de los facilitadores más experimentados. Pienso que es error común de las organizaciones el usar esto como un ejercicio de ingeniería, y lo que quiero decir con esto es que existen, por supuesto, habilidades increíbles de ingeniería requeridas para el análisis del MCC y su implementación. Sin embargo, mucho del cambio que resulta del análisis de MCC tiene que ver con la gente, la cultura y el comportamiento, y pienso que descuidar el lado humano del mantenimiento centrado en la confiabilidad hace que muchos de estos proyectos fallen. De modo que para resumir, debe considerarse una actividad de mejoramiento de los negocios, no una actividad de mejoramiento de mantenimiento.





**P21: ¿Qué estrategias le parecen más apropiadas para impulsar cambios positivos en el área de confiabilidad dentro de una organización? ¿Considera apropiado contratar consultores externos?**



TOH: Soy un gran convencido de contratar consultores externos. Nosotros lo hacemos aún en nuestra propia compañía cuando queremos impulsar grandes cambios. Y una de las razones es que muchos de los consultores son expertos en procesos de cambio, es decir, su experiencia se fundamenta en el tema por el cual son consultados. También son expertos en administrar el cambio que tendrá lugar en la gente y su cultura, y además son expertos en implementación. Y eso es lo que a veces falta en algunas organizaciones cuyas habilidades se centran en algún tema particular, pero no en administrar el cambio y la implementación. De modo que la consulta puede servir para facilitar la gerencia en el cambio, la implementación, y si se piensa bien, se puede usar esta consulta como vehículo de comunicación hacia la gente que está tanto a nivel de gerencia superior como los que están en niveles inferiores. Es factible usar la consulta como un puente de comunicación. Para mí, ese es uno de los mejores usos de la consulta, de modo que la respuesta es: contrata un consultor cuando vayas a hacer



**P21: Usted ha ejercido como experto en Gestión de Activos, y fue el único representante de EE.UU. para el Grupo de Trabajo de ISO 39 que redactó la norma ISO-17021-5 Requisitos de competencia para la auditoría y la certificación de la norma ISO 55000 de sistemas de gestión de activos. ¿Cómo fue esta experiencia y que ha significado para usted como profesional?**



TOH: En realidad, hubo otra participación norteamericana, a cargo del Sr. Scott Morris, de modo que hubo dos norteamericanos participando, aunque Scott era quien se encargaba de mantener a los otros siete miembros del equipo en acción. Puedo decir que desarrollé un gran respeto por la gente que está directamente implicada en ISO, la organización internacional para la estandarización, ya que ellos contribuyeron a facilitar esto y nos enseñaron mucho acerca de los estándares de escritura. Esa norma se redactó en cinco días, muy rápido comparado con la redacción de la ISO 55000, en la cual participé y que tomó tres años. Trabajamos todos los días, todo el día, con la facilitación de expertos. Aprendí sobre la infraestructura global existente para la auditoría y certificación, manejo de marcos operacionales como ISO 9000 e ISO 14000, o ISO 50000 para la gerencia de energía. De modo que, en esencia, aprender a redactar estos estándares de tal manera que la infraestructura existente acoja y aplique, eventualmente, su experticia en auditoría y certificación a los nuevos estándares de gerencia de activos ISO 55000. Fue entonces como un proceso de aprendizaje en cómo adaptar este nuevo gran sistema de gerencia a una infraestructura existente de oficinas de auditoría, registro y certificación, pero sin implicar necesariamente una experiencia en gerencia de activos. De modo que estábamos aprendiendo cómo mantener la integridad de la normativa 55000, pero al mismo tiempo la queríamos hacer accesible a una infraestructura existente para compartirla a través de esas agencias certificadoras.

**P21: Usted también se ha destacado como inventor, al crear y patentar un equipo para el control de la salud en línea y el monitoreo de los pacientes con afectaciones como la hipertensión. ¿Cómo se le ocurrió esta idea? ¿Podría hablarnos más del tema? ¿Qué aplicaciones e impacto ha tenido en la industria médica?**

TOH: En efecto, he desarrollado una patente para monitoreo en línea de condición médica, centrada en esencia en la presión arterial. He estado involucrado en la licencia de tecnología en laboratorios de AT&T, llamada Labtrack (¿). Resulta ser un sistema muy sensible, y que se puede usar para el flujo arterial, que a su vez se puede correlacionar con la presión arterial. Había otras aplicaciones además de ésta, por ejemplo, determinar la salud cardiovascular general de una persona. Esto fue creado en un momento en el cual el uso de la computadora personal era difícil de imaginar, y así el concepto se basaba en permitir el monitoreo de salud arterial, incluyendo la presión sanguínea, para ser almacenada en una base de datos centralizada, a fin de que pudiera compararse con la de una población cuya misma información se estaba incluyendo en este sistema. Lo peculiar de esta patente consistía en ser un sistema sensible de detección de salud arterial y presión sanguínea y luego depositar esta información en una base de datos disponible en línea para monitorear un individuo y ser comparado con otros de una población. Era un proyecto muy interesante y me sentí muy honrado de ser parte del mismo.

**P21: Usted también se ha destacado como conferencista, llevando a todas partes del mundo el conocimiento y la conciencia de la importancia y las ventajas que ofrece la Gestión de Activos para la alta gerencia de cualquier empresa. ¿Cómo ha sido esta experiencia? ¿Qué logros ha obtenido usted con este esfuerzo?**

TOH: Me considero un estudiante más que un profesor. Soy un ávido aprendiz cuando se trata de mantenimiento de confiabilidad y gerencia de activos, pero admito que es una de mis actividades favoritas: tener la oportunidad de hablar con altos gerentes sobre estos tópicos, ya que ellos con frecuencia no los tratan directamente. De manera que me gusta usar Uptime Elements para explicar el contexto de la confiabilidad en una forma que tenga sentido para la alta gerencia. Lo que quiero decir con esto es que, desde una perspectiva de ingeniería, nos referimos al contenido del mantenimiento de confiabilidad y gerencia de activos. Hemos tenido de 30 a 45 años tratando estos contenidos individuales de mantenimiento de confiabilidad. Lo que procuramos hacer con Uptime Elements es crear un contexto para un marco de confiabilidad que lleve a la creación de una gerencia de mantenimiento de activos. Y es maravilloso tener una oportunidad de hablar a las personas dentro de estas organizaciones que pueden hacerlo posible, que puedan asignar recursos, alinear a la gente en la organización completa en los valores que implican la gerencia de mantenimiento de activos. Es una de mis cosas favoritas, porque puede empoderar la triple vertiente de la que hablábamos anteriormente, a través del uso de este marco de confiabilidad.



**P21: Usted dirige actualmente la Asociación de Profesionales de Mantenimiento ¿cuáles son las actividades más importantes que desarrollan desde ahí? ¿Cuáles son sus aportes a las generaciones futuras de profesionales del Asset Management?**

TOH: Hemos creado un sistema de conocimiento que representa confianza y competencia usando el marco de Uptime Elements, y lo llamamos CRL (Certified Reliability Leader / Líder Certificado en Confiabilidad). Se basa en un cuerpo de conocimiento que incluye 29 folletos tipo pasaporte, uno para cada elemento del sistema Uptime Elements. Además, cinco libros escritos por reconocidos expertos internacionales en la materia, todo ello conectado en lo que llamamos una guía de viajes para el CRL que explica la filosofía del sistema. Pero aclaro que no es un sistema filosófico, sino un sistema enfocado en promover valores: reforzar la seguridad con éxito, y la triple vertiente. De modo que la Asociación de Profesionales en Mantenimiento (AMP) tiene una única misión de desarrollar, crear y generar lo que llamamos los CRL, y sentimos que si podemos generar al menos 1.000 CRL centrados en la triple vertiente, podemos tener el impulso para obtener resultados para cambiar el mundo.

**P21: Para finalizar ¿cómo cree usted que evolucionará la gestión de activos y la confiabilidad en el mundo?**

TOH: Recién terminamos lo que consideramos el más grande estudio sobre gerencia de activos. Casi mil empresas alrededor del mundo compartieron con nosotros lo que sería su inversión en los próximos cinco años y sus retos con respecto a gerencia de activos, y los resultados de esa encuesta son muy claros, con algunos puntos que pudiera compartir en este momento. En algunas semanas, el reporte estará disponible, y esperamos que nuestros amigos de Predictiva21 puedan compartir el link que distribuye ese reporte. La cultura es el reto más grande para la gerencia de activos y mantenimiento de confiabilidad, afirmado por más de 40% de los líderes en gerencia de confiabilidad participantes en este estudio. El otro punto que quedó bien claro en este estudio es que la confiabilidad es crítica para la gerencia de activos. En otras palabras, hay dos prácticas separadas, pero la confiabilidad habilita la gerencia de activos, y la gerencia de activos habilita la confiabilidad. En esencia, lo que ambas permiten es que el propietario de los activos tome las mejores decisiones sobre mantenimiento, bien sea una intervención basada en tiempo, o una intervención basada en condiciones o por una falla, o si es tiempo de planificar un capital para reemplazar el activo. Se necesita un marco estructurado para tomar buenas decisiones y continuarlas. Por último, pero no menos importante, es tener claro que una gran mayoría de la comunidad de gerencia de mantenimiento y confiabilidad van a adoptar este marco de ISO 55000 para gerencia de activos y el de ISO 31000 para entender y gerenciar los riesgos de su organización, y también Uptime Elements para la gerencia de activos y confiabilidad. Vemos un gran momentum para la implementación de estos marcos.



TEXTO:  
Alimey Díaz M

TRADUCCIÓN:  
Richard Skinner

FOTO:  
Cortesía Terrence O'Hanlon Team



Del 29 al 31 de octubre tendrá lugar en Puerto La Cruz el III Congreso Latinoamericano de Gerencia de Activos, COLAGA 2014, evento referencial en materia de mantenimiento y confiabilidad a nivel nacional.

Esta tercera edición se realizará en el Hotel Maremares, en Lechería, bajo la organización de Avepmco, la Asociación Venezolana de Profesionales de Mantenimiento. COLAGA está considerado como el evento más importante en el área de Ingeniería de Mantenimiento Predictivo y Gestión de Activos, y espera impactar a nivel latinoamericano en cuanto a la calidad de ponentes y expositores que se darán cita en el evento. Dirigido a profesionales e inversores industriales, COLAGA muestra lo más novedoso en cuanto a mejoras de producción, operaciones, mantenimiento y confiabilidad de equipos. Con el auspicio de la Universidad Simón Bolívar, ASQ (American Society for Quality), EI (Energy Institute) y SMRP (Society For Maintenance and Reliability Professionals), la tercera edición de este congreso agrupará lo más selecto del ramo a una audiencia interesada en las innovadoras tendencias y estrategias del mercado, herramientas, mejores prácticas y nuevas tecnologías. A su vez, los patrocinadores (Premium, Élite y de Negocios) contarán con importantes beneficios de proyección y promoción, amén de las ventajas de estar presentes en un evento cuya naturaleza favorece el mercadeo y el networking.

Con el eslogan "Mantenimiento para la Producción Confiable", COLAGA 2014 ofrecerá a lo largo de tres días conferencias, talleres simultáneos sobre metodologías de interés para los participantes, una conferencia magistral y un área de exposiciones. Sorteos, promociones y el examen de certificación internacional SMRP son también parte del portafolio de COLAGA 2014. Para información ampliada del evento, consultar las páginas web [www.colaga.net](http://www.colaga.net), [www.avepmco.org.ve](http://www.avepmco.org.ve) o comunicarse a través del 0424 8223954

PATROCINANTES:



MEDIA PARTNERS:







III CONGRESO LATINOAMERICANO  
DE GERENCIA DE ACTIVOS **2014**

 @colaganet  
@avepmco

Hotel Maremares  
Lechería- Edo. Anzoátegui  
Venezuela

## Mejores Expositores en:

- Confiabilidad Humana
- Impacto Ambiental
- Tecnologías de Inspección
- Eficiencia Energética
- Estándares Industriales
- Confiabilidad Aplicada
- Mantenimiento y Cuidado de Activos

A black and white portrait of Professor Javier Blasco, a middle-aged man with short hair, smiling and wearing a dark suit, white shirt, and dark tie. The background is dark and out of focus.

## PROFESOR JAVIER BLASCO: UN MÁSTER PRÁCTICO Y ACCESIBLE PARA UN MUNDO EN EVOLUCIÓN CONSTANTE

*El coordinador del Máster de Equipos Rotativos de la Universidad de Zaragoza, España, revela para Predictiva21 los detalles de esta propuesta de estudios superiores, que ha tenido una singular acogida a nivel mundial.*



Los equipos rotativos conforman uno de los aspectos más importantes de la industria en general, y su aplicabilidad y uso está presente en casi todas las actividades inherentes a la producción. Estos equipos, dentro de la industria, son los que se encargan del manejo del cambio de presión en todo sistema de petróleo, gas, agua, de ahí que su estudio y comprensión sean de vital importancia.

En atención a esto, la Universidad de Zaragoza, España, ha creado el Máster de Equipos Rotativos, cuyo carácter virtual lo ha convertido en un referente de estudios internacionales. Su coordinador, Profesor Javier Blasco, conversó con Predictiva21 acerca de esta iniciativa pedagógica y el impacto que ha tenido entre los estudiantes de cuarto nivel.

1

**P2t: ¿Cómo y cuándo nace el post grado de Equipos Rotativos?**

*Javier Blasco: En el verano de 2012, el Ing. Daniel Méndez, Director del Departamento de Equipos Rotativos de INITEC-Técnicas Reunidas, se puso en contacto conmigo para valorar la posibilidad de poner en marcha un curso de postgrado en la Universidad de Zaragoza (UZ), destinado a ingenieros de equipos rotativos. Nos reunimos en Madrid y enseguida conectamos y pusimos en marcha una propuesta que fue muy bien recibida por la UZ. Esto permitió comenzar la primera edición del máster en octubre de 2013.*

**P2t: ¿Qué evento o necesidad del mercado impulsó la creación de esta franja de estudios? ¿Cómo han evolucionado los estudios de equipos rotativos en el tiempo?**

*JB: El Ing. Daniel Méndez me comentó que en España resultaba muy complicado encontrar a ingenieros formados en equipos rotativos. Daniel conocía otros másteres de renombre internacional pero eran presenciales. Por este motivo se nos ocurrió plantear algo similar pero online. La tecnología en Equipos Rotativos ha evolucionado de forma muy rápida desde el desarrollo de las turbinas de avión, esto ha hecho que la necesidad por comprender este mundo sea cada vez más necesaria para los ingenieros que se quieran especializar en esta área. Los estudios en esta especialidad se plantearon originalmente a nivel presencial, sin embargo, con la globalización de internet hemos pensado que podemos ofrecer un master online a nivel mundial. Nuestra principal diferencia con el resto de masters es que es muy práctico y cada instructor está especializado, porque trabaja en ello, en la materia que enseña.*

2

3

**P2t: ¿Cómo ha sido la acogida de este Máster? ¿Qué impacto considera usted que puede tener entre los nuevos profesionales del ramo?**

*JB: La primera edición (octubre 2013) tuvo unas doscientas personas interesadas. De este grupo, seleccionamos a los cincuenta mejores. Finalmente se matricularon 36 ingenieros. Pensamos que los ingenieros formados por la UZ van a tener una preparación excelente para desenvolverse con gran seguridad en el Departamento de Equipos Rotativos de cualquier ingeniería, refinería, petroquímica o sector afín del sector de Oil & Gas y Energías Renovables.*

**P2t: ¿Cuál es la capacidad de alumnos que se permiten tener y de donde proviene la mayoría de su alumnado?**

*JB: El número máximo de alumnos es 40. Tenemos ingenieros de todas las partes del mundo: desde Canadá hasta Malasia, pasando por España, Nigeria, Paquistán, Egipto, India y Libia.*

4

5

**P2t: ¿El hecho de que el Máster sea dictado en modalidad a distancia no representa inconvenientes para casos de estudios con problemas reales, como los que se presentan en las empresas? ¿Cómo le dan carácter práctico / experiencial al Máster como tal?**

*JB: Esto no ha resultado un problema en absoluto. Los estudiantes tienen la posibilidad de establecer un alto grado de interactividad con los profesores. Se realizan dos reuniones por conferencia web en cada módulo. Además, los profesores están siempre disponibles para contestar las dudas en los foros de discusión. El máster tiene un enfoque eminentemente práctico desde sus orígenes: la mayoría de los profesores son ingenieros con gran experiencia en ingenierías y petroquímicas. Además, los alumnos se enfrentan a ejercicios prácticos basados en casos reales de la industria.*

**P2t: El Máster ha incorporado a empresas como SIM o Hitachi para enriquecer el proceso educativo, ¿cómo ha sido esta experiencia? ¿Qué pueden esperar los alumnos de esta interacción con profesionales tan calificados en esta área?**

*JB: La participación de empresas como las mencionadas ha sido muy beneficiosa para los alumnos ya que les permite conocer de primera mano los últimos avances en ingeniería de equipos rotativos.*

6

7

**P2t: Usted fue parte del grupo asesor de la Conferencia de Equipos Rotativos, Confiabilidad y Mantenimiento que tuvo lugar en el mes de abril de este año, ¿qué significó esta experiencia para usted? ¿Qué puede decirnos de la conferencia, desarrollo e impacto de esta entre el colectivo estudiantil?**

*JB: Para el Ing. Daniel Méndez y para mí fue un verdadero honor ser elegidos para este puesto. Nuestra labor fue seleccionar los temas de discusión de la conferencia y sugerir especialistas para hablar sobre los temas. Esta conferencia nos permitió entrar en contacto con muchos profesionales y compañías del sector.*

**P2t: Así como ha incorporado a empresas expertas para enriquecer y elevar la calidad de la experiencia del Máster ¿se han planteado la posibilidad de establecer intercambios con otras universidades que también tengan especializaciones en el tema?**

*JB: Estamos seguros de que estas colaboraciones podrían ser muy enriquecedoras para el profesorado y los alumnos del máster. Por este motivo, no descartamos establecer contactos en el futuro.*

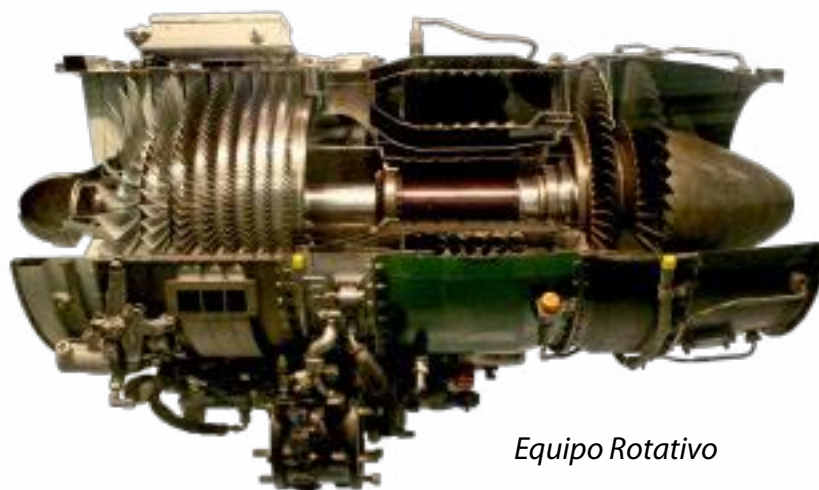
8



## 9

**P2t:** Dentro de la cadena de valor de una empresa de servicios, los equipos rotativos, sin ser necesariamente los más costosos, se consideran de alta criticidad por estar sometidos a condiciones extremas, y su parálisis pone en peligro cualquier operación. ¿Cómo enfocan esta peculiaridad de los equipos rotativos (y su rol dentro de la cadena de valor) en su plan de estudios?

*JB:* Dentro del Currículo de estudios se encuentran dos materias que consideran este asunto: *Life Cycle Cost analysis* y *Reliability*. Estos dos módulos dotan al estudiante con los criterios necesarios y las herramientas para que pueda evaluar en situaciones reales el impacto de los equipos rotativos dentro de una planta de procesos.



*Equipo Rotativo*

**JAVIER BLASCO:**

Catedrático universitario con formación de investigación (1993 – 2004) y perfil orientado a la industria (2007 al presente). 2000 – Actual: Profesor Asociado, Universidad de Zaragoza, Zaragoza (España) Escuela de Ingeniería y Arquitectura. Enseñanza de Mecánica de Fluidos a Nivel de Pre-Grado. Jefe de Programas de Maestría, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, (Spain) Escuela de Ingeniería y Arquitectura. Maestría en Ingeniería de Tuberías (en Español). Desde 2007. Maestría en Ingeniería de Tuberías (en Inglés). Desde 2013. Maestría en Maquinaria Rotativa (en Inglés). Desde 2013. Asesor, Instituto Internacional de Ingeniería y Diseño de Planta, Holanda. Maestría en Aprendizaje Basado en Problemas, Universidad de Aalborg (Dinamarca), 2012. Doctorado en Física, Universidad de Zaragoza (España), 2000 Premio a la Excelencia. Licenciatura en Física, Universidad de Zaragoza (España), 1993. Miembro de la Sociedad de Ingenieros y Diseñadores de Tuberías.

AUTOR:  
Alimey Díaz Martí

FOTOGRAFÍA:  
Cortesía Prof. Javier Blasco

NOTA DE  
PRENSA



## 9º CONGRESO MEXICANO DE CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO EN MONTEREY, N.L.

Del 22 al 25 de septiembre tendrá lugar en Monterrey, México, el 9no Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento. El impulso de este congreso tendrá un impacto relevante en las industrias Automotriz, Aeronáutica, Energías Renovables y Construcción, entre otras; situadas en el norte del país, ya que promoverá la planeación en temas de confiabilidad y mantenimiento, que hoy día afectan a estas industrias año tras año, sobre todo en la rentabilidad de sus activos debido a malas prácticas de lubricación, lo que ha ocasionado (entre otros factores) pérdidas de miles de millones de dólares a nivel mundial.

El panel estará integrado por especialistas de talla internacional que estarán a cargo de los cursos y conferencias durante los 4 días que durará el Congreso. Entre los asistentes se encuentran empresas nacionales e internacionales (PEMEX, CEMENTOS APASCO, Volkswagen de México, SHARP ELECTRONICS, CEMEX, PEÑOLES, UNIÓN FENOSA GAS NATURAL) quienes desean compartir sus experiencias y mejorar la situación actual de su empresa con la finalidad de incrementar la producción y eficiencia de sus activos.

Este congreso ha capacitado e instruido a más de 1,500 ingenieros y empresas que han implementado exitosamente las buenas prácticas de lubricación.





PREDITEC



IRM

## Jornada técnica sobre aplicaciones de los ultrasonidos en el mantenimiento predictivo en Bilbao

Preditec/IRM convoca esta jornada técnica gratuita sobre las aplicaciones de los ultrasonidos en el mantenimiento predictivo para mostrar las aplicaciones de los equipos de detección y análisis de los ultrasonidos. Los asistentes a esta jornada técnica aprenderán cuáles son las principales aplicaciones de los ultrasonidos qué ventajas aporta la implantación de un programa de inspecciones predictivas para ampliar el plan de mantenimiento actual de su planta. También se presentarán los nuevos detectores SDT200 y SDT270 que combinado con la aplicación para mantenimiento predictivo Ultra Analysis Software conforma el sistema más avanzado desarrollado hasta la fecha para esta función.

Los temas a tratar serán los siguientes:

- Introducción.
- Detección de fugas de gas, inspección de purgadores de vapor y evaluación de válvulas.
- Aplicaciones eléctricas en baja y alta tensión.
- Aplicaciones mecánicas de los ultrasonidos.
- Comprobación de la hermeticidad por ultrasonidos.
- La potencia del análisis dinámico del ultrasonido.
- Cómo establecer un plan predictivo basado en ultrasonidos.
- SDT200/SDT270 (opción ATEX), la solución total para su tecnología de ultrasonidos.
- Plan renove 2014 para equipos detectores de ultrasonidos, qué beneficios aporta un equipo de última generación.

La jornada se realizará el 16 de septiembre, a partir de las 9:30 y hasta las 13:30. Consulte nuestro link para obtener mayor información:  
<http://www.preditec.com/noticias/jornada-tecnica-sobre-aplicaciones-de-los-ultrasonidos-en-el-mantenimiento-predictivo-en-bilbao/>

## Jornada técnica gratuita sobre alineación de precisión en Bilbao

Se ha programado una interesante jornada técnica sobre alineación de precisión mediante alineadores láser el próximo 16 de septiembre de 2014 en Bilbao. En la misma, los temas a tratar son:

- Beneficios de la alineación de precisión.
- Demostración práctica de la alineación de precisión de ejes acoplados.
- Alineación de poleas, alineación en frío con corrección para dilataciones térmicas, trenes de máquinas, transmisiones cardan y comprobación de medidas geométricas.
- Ventajas de los sistemas de alineación de última generación. Presentación de los nuevos equipos NXA y EVO.
- Plan de renovación de equipos de alineación láser.

La tecnología de alineación láser ha evolucionado de manera significativa en los últimos años, hasta un punto en el cual existen muchos casos en los cuales resulta muy rentable la renovación de los equipos antiguos de alineación, principalmente por los siguientes motivos:

- Menor tiempo dedicado a la prealineación, puesto que con los nuevos equipos se puede comenzar el proceso de alineación desde un punto en el cual los ejes están más desalineados.
- Menor tiempo dedicado a la alineación por la simplificación del procedimiento.
- La sencillez de uso del equipo permite que un número mayor de mecánicos de mantenimiento de su equipo consigan utilizar el alineador láser con éxito, puesto que el procedimiento de alineación es indicado claramente en la pantalla del alineador y ni siquiera es necesario seguir el manual de usuario para realizar una alineación de precisión.

Esta jornada se realizará el día 16 de septiembre de 2014, desde las 16:00 a las 19:00 horas, y para mayor información consultar nuestra web page  
<http://www.preditec.com/noticias/jornada-tecnica-gratuita-sobre-alineacion-de-precision-en-bilbao/>

# El Costo Psicológico

Las personas que están involucradas en la gestión del mantenimiento deben saber que las intervenciones deben estar dirigidas principalmente e inequívocamente a los equipos críticos de planta. ¿A qué llamamos "Críticos"? A todos aquellos que de fallar pueden causar un impacto negativo principalmente a: personas, ambiente, equipamiento y por último, producción; siempre en este orden. El daño a persona(s) o a miembros de éstas no se puede recuperar, y muchos menos una vida. De igual manera, aunque muchos no le dan importancia al ambiente, éste debe tener una atención primordial. Ahora bien, todos sabemos que tanto la producción y el equipamiento se pueden recuperar, claro, en el caso de la producción, siempre que no sea un proceso de flujo continuo. Los procesos de flujo continuo son los que trabajan 24 horas al día los 365 días al año y que de haber una interrupción no se podría recuperar la producción perdida. Los responsables por el mantenimiento deben estar encima de los equipos críticos, claro en el buen sentido de la palabra, es estar muy pendiente de ellos; y no los equipos encima de los responsables del mantenimiento. Pero no todo queda allí, los impactos negativos en una planta no terminan allí. No he conocido a ninguna persona y estoy seguro que ustedes tampoco, que no haya pasado por un estado de preocupación profundo al ver que en cualquier momento un equipo pueda fallar impactando negativamente los factores anteriormente indicados. Este estado que produce: stress, angustia, impotencia, rabia, temor y

preocupación, es lo que llamo el Costo Psicológico el cual va mellando poco a poco nuestra salud con resultados indeseables cada vez que estamos expuestos a ellos. Este costo tampoco se puede medir al igual que los dos primeros: personas y ambiente. Hay pobladores que viven en los alrededores de complejos industriales, que después de haber presenciado accidentes han quedado marcadas para toda la vida, al igual que las personas que trabajan directamente en una planta. Muchas de ellas, que han presenciado estas situaciones han optado por dejar el trabajo y los que viven en las cercanías, han decidido por mudarse. De allí la importancia de tener un control muy estricto del seguimiento al equipamiento, ejecutar sus planes de mantenimiento preventivo, predictivo tal como lo establecen los programas de mantenimiento, y si estos no existen, elaborarlos rápida y correctamente; y por supuesto los correctivos programables, su atención oportuna y las emergencias su intervención inmediata y restitución de la falla con calidad. Recuerde siempre "no es hacer mantenimiento, es hacer un buen mantenimiento".

*AUTOR:*  
*Brau Clemenza*  
*Ingeniero Industrial*  
*Msc. en Gerencia de Mantenimiento*  
*Consultor, Conferencias y Articulista*





# 9<sup>o</sup> CONGRESO MEXICANO de CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO

Del 22 al 25 de Septiembre, 2014 • Hotel Crowne Plaza • Monterrey, N.L., México

## EL EVENTO MÁS IMPORTANTE DE MÉXICO EN GESTIÓN DE ACTIVOS, CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO

Llévese **procesos y herramientas** que con toda seguridad le ayudarán a **incrementar la productividad, el desempeño y la rentabilidad** de su planta de forma inmediata.

**CURSOS PRE-CONFERENCIA**  
22 y 23 de Septiembre, 2014

**CARRERA ATLÉTICA 5K**  
23 de Septiembre, 2014

**EXAMEN DE CERTIFICACIÓN**  
23 de Septiembre, 2014

**CONFERENCIA Y EXHIBICIÓN**  
24 y 25 de Septiembre, 2014



PATROCINADORES



ORGANIZACIONES  
QUE ACOMPAÑAN:



COMANTENIMIENTO EDUCATIVO

# Hablemos De Mantenimiento Productivo Total

## INTRODUCCIÓN.

Nace en mí la idea de escribir este artículo porque, en mi opinión, la mayor parte de los especialistas en este concepto, incluyendo a consultores, tienen una idea equivocada de lo que es el Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés) y creen que éste puede ser implementado en cualquier tamaño de empresa (MIPYME). Lo anterior basado en mi experiencia como consultor de mantenimiento industrial, así como en base en los estudios a fondo que, a lo largo de estos años, mis colegas y un servidor, hemos realizado.

Surgen entonces dos preguntas; ¿qué es el Mantenimiento Productivo Total? y ¿cómo pueden ser aprovechados estos conocimientos por las micros, pequeñas y medianas empresas? Pongámonos en contexto y situémonos en la industria norteamericana durante los años de 1919 a 1939. En esa época ya existía la práctica de las ideas de Adam Smith (División del trabajo), empezaba a cobrar importancia la máquina pues se iniciaba la aplicación de trabajos de Mantenimiento correctivo, y se fueron sumando los trabajos de Taylor Administración científica del trabajo y los de Walter A. Shewhart, W. Edwards Deming y Joseph Juran con sus desarrollos sobre Estadística aplicada a la industria, Control estadístico de calidad y Ciclo Shewhart.

Esta situación originó la existencia de un número considerable de consultores y maestros, que

impartieron estos conocimientos a todos los niveles de la industria norteamericana durante veinte años. Podemos pensar con certeza que éstos fueron los ingredientes principales que se “fundieron en un crisol” para dar vida al llamado Mantenimiento Productivo (PM, siglas en inglés) Ver Figura 1...

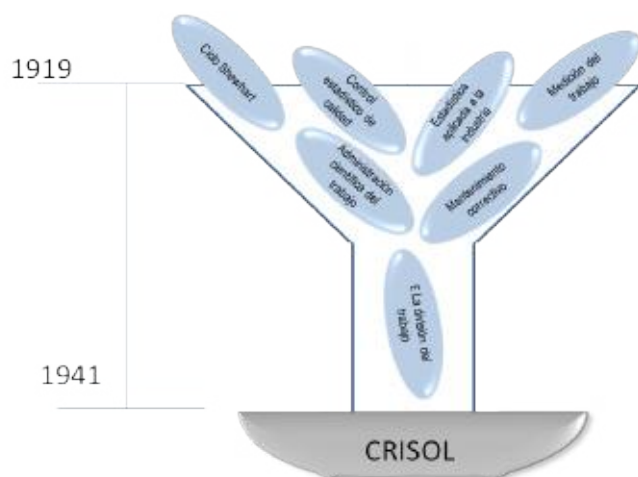


Figura 1 principales “ingredientes” que intervinieron en la creación del PM

Al inicio de la Segunda Guerra Mundial en septiembre de 1939, Norteamérica se vio envuelta en el compromiso de ser la industria de guerra (proveedor) de Inglaterra y Francia, obligando a sus fábricas a trabajar las 24 horas del día. El interés de las industrias se enfocó solo para atender los problemas de productividad ahora aumentados por la guerra, por lo que se suspendieron las acciones de desarrollo industrial que se habían tenido antes de ésta. Las



industrias dedicadas a pertrechar a los ejércitos aliados, comenzaron a perder su eficacia pues eran necesarias nuevas inversiones para obtener activos físicos y humanos adecuados, lo que hizo aparecer de forma palpable, la división de intereses. Por un lado, como sus propietarios burgueses industriales, no tenían estudios científicos sobre lo que debía ser una empresa, solo les interesaban las ganancias y no el cumplimiento con el usuario del producto. Por otro lado, el personal de la industria, aunque simpatizaba con las exigencias de sus clientes, estaba expuesto a presiones que exigían cada vez una mejor calidad y oportunidad. Por tal motivo, el mismo personal tuvo que dar solución a los problemas que surgían, adaptando y arreglando los activos físicos, mejorando e implementando durante casi tres años nuevos procesos de trabajo, etcétera; todo ello bajo su propia responsabilidad.

El 7 de diciembre de 1941 el ataque a Pearl Harbor ejecutado por la Armada Imperial Japonesa unió a la opinión pública estadounidense y al día siguiente el 8 de diciembre, los Estados Unidos declararon la guerra a Japón. A partir de entonces, Norteamérica continuó administrando su industria con su naciente Proceso Administrativo que tomó el nombre de "Mantenimiento Productivo (PM, siglas en inglés)", en el cual continuaron poniéndose en práctica nuevas ideas originadas por el personal que componía cada industria. El patriotismo del personal, incrementado por el ambiente y las grandes presiones a que estaban sujetos, aunado a la falta de apoyo de los propietarios, dieron como consecuencia que todo el personal de cada industria resolviera sus propios problemas. Se empezaron a hacer grupos entre todos los trabajadores de cualquier nivel, para dar sus opiniones a fin de resolver cada problema que se les presentaba y éste fue el nacimiento de los "grupos de trabajo". En el mismo contexto y con el objeto de que el usuario se sintiera atendido en oportunidad y seguridad en cualquier lugar en donde él lo necesitara, las industrias adoptaron e implementaron las ideas castrenses de los ejércitos aliados (logística), las cuales se

sumaron a las existentes y quedaron como parte integral del PM, ver Figura 2.

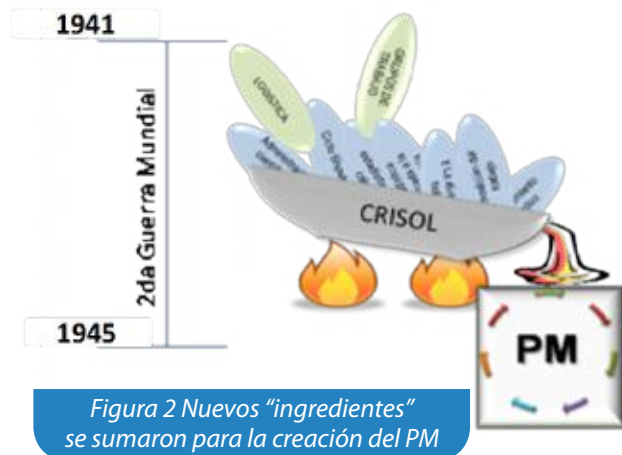


Figura 2 Nuevos "ingredientes" se sumaron para la creación del PM

#### Inicio y consolidación del TPM (1948 - 1971)

Recordemos que Japón quedó destrozado como resultado de la guerra y fue ocupado por las fuerzas norteamericanas en septiembre de 1946, por el Comando Supremo de las Fuerzas Aliadas (SCAP, siglas en inglés). El General estadounidense Douglas MacArthur fue nombrado como responsable de establecer un programa de desarrollo con especialistas norteamericanos, para la reconstrucción de esta nación. Dentro de éstos, los más relevantes a nuestro juicio, fueron: W. Edwards Deming, Walter Andrew Shewhart y Joseph Moses Juran.

Desde los primeros años de su estancia en Japón, estos científicos se dieron a conocer con los máximos niveles industriales de ese país, compartiendo sus conocimientos en estadística, en calidad, en grupos PM, en logística, en síntesis en el PM, cuyos buenos resultados ya estaban a la vista del mundo industrial. Los especialistas mencionados empezaron su asesoría en ese nivel debido a que su objetivo, era la rehabilitación industrial del Japón para que éste pudiera pagar sus deudas de guerra. La experiencia que ellos habían tenido durante el lapso de 1939 a 1945 les había mostrado la incongruencia de no preparar en el PM a los propietarios y altos niveles industriales con poder de decisión. En Japón pudieron hacerlo, porque para la Unión de Científicos e Ingenieros

Japoneses (UCIJ) y los altos niveles de la industria Japonesa, esta preparación realmente despertó un interés vital, además de que llenó sus expectativas de un promisorio futuro y estaba plenamente vinculado con la idiosincrasia de su pueblo.

El Dr. Deming durante su larga estancia por el Japón (1950 – 1980) llegó a adquirir un gran reconocimiento y una alta estima. Los japoneses le mostraron su aprecio instituyendo en 1951 el “Premio Deming” (una medalla de plata con su efigie).

### DESARROLLO DEL TPM.

Para 1939 las empresas tenían una organización simple, desarrollada en base al “Proceso Administrativo” salido de los pensamientos y trabajos de Frederick W. Taylor y Henry Fayol y aún no se tenía un pensamiento sistémico. Cada entidad se consideraba desligada del resto del grupo. No existía una conciencia holística, por lo

que las organizaciones eran mostradas cómo lo explica la Figura 3, una dirección general con tres o cuatro subdirecciones o gerencias para encargarse de las funciones primarias; producir, vender, administrar y desarrollar las finanzas.

El Mantenimiento Productivo (PM) se originó en el área de Producción, debido a que se consideró que esta atendía la elaboración del producto y además ahí funcionaban las máquinas, y a estas era necesario hacerles labores de mantenimiento. La tarea se facilitó por que ya existían en ella fundamentos sólidos sobre la división del trabajo, la ciencia y la administración aplicadas a la industria, el uso de la estadística, la búsqueda de la calidad del producto, etcétera. Estos conocimientos, por razón natural, no existían en las áreas de ventas, administración o finanzas ya que se consideraba que ellas no tenían activos que mantener por que no elaboraban ningún producto. La figura 3 nos muestra un organigrama hipotético de una empresa norteamericana en 1950.



Figura 3. Organigrama hipotético de una empresa norteamericana en 1950



Seiichi Nakajima en 1950 era un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta (JIMP) y fue uno de los muchos industriales de alto nivel que recibieron las enseñanzas de Deming sobre el Mantenimiento Productivo Norteamericano PM. Nakajima en esa fecha inició sus estudios de PM sin salir del Japón, encontrando que la industria americana estaba organizada de manera similar a la mostrada en la Figura 3, es decir, ya trabajaban los gerentes, supervisores y obreros, de la Dirección de Producción, formando Grupos de Trabajo PM (GTPM) y ya se empleaba normalmente la Logística. Para facilitar nuestra percepción analicemos solamente la Gerencia de Producción de la mencionada figura y desarrollemos su organigrama (Ver Figura 4); esto fue lo que encontró Seiichi Nakajima cuando empezó a desarrollar sus estudios del Mantenimiento Productivo (PM).





Figura 4. Organigrama hipotético de las Jefaturas principales de la Gerencia de producción

### CONCEPTO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).

La labor de cualquier industria es la de producir en forma conjunta como un solo equipo, como una orquesta, en donde cada dirección, gerencia, departamento, proveedor o persona, debe esforzarse en forma coordinada para obtener beneficios, para lo cual debe emplear con eficacia el capital de trabajo que integra a la empresa. Es evidente que hasta el departamento más insignificante tiene que conservar sus propios activos físicos, su propio capital de trabajo, así sean escritorios, equipos de cómputo, escobas, cortadoras de césped, etcétera; pues todos ellos colaboran en la obtención del producto y en última instancia en la satisfacción del usuario, que es lo que proporciona la permanencia de la empresa. Por esto, la administración PM debería existir para toda la organización ya que en toda ella existen activos que mantener. Esto fue lo que nos mostró con sus trabajos de más de 20 años el industrial Seiichi Nakajima.



Figura 5. El PM considerado en toda la empresa

La figura 5 nos proporciona la razón del por qué se le llama "Mantenimiento Productivo Total".

### Estructurando el TPM.

En 1971, después de 20 años de esfuerzo, Nakajima puso en marcha en Japón lo que él llamó Mantenimiento Productivo Total (TPM). En este esquema, todo el personal de una empresa está obligado a realizar labores de PM. Lo anterior hace necesario construir sobre el organigrama existente de la empresa y con autoridad Staff, una estructura para administrar el TPM. En la Figura 6 estamos considerando como ejemplo a la Dirección de Producción, en el entendido de que esto se repite en forma similar en las Direcciones restantes. La función Staff está mostrada en color verde. Es necesario aclarar que más del 90% del personal que ejecuta estas funciones es el mismo que ya pertenece a la empresa y el restante porcentaje lo ocupará nuevo personal generalmente especializado en el funcionamiento del TPM.

Aquí podemos observar que el gran avance que proporcionó Nakajima a la

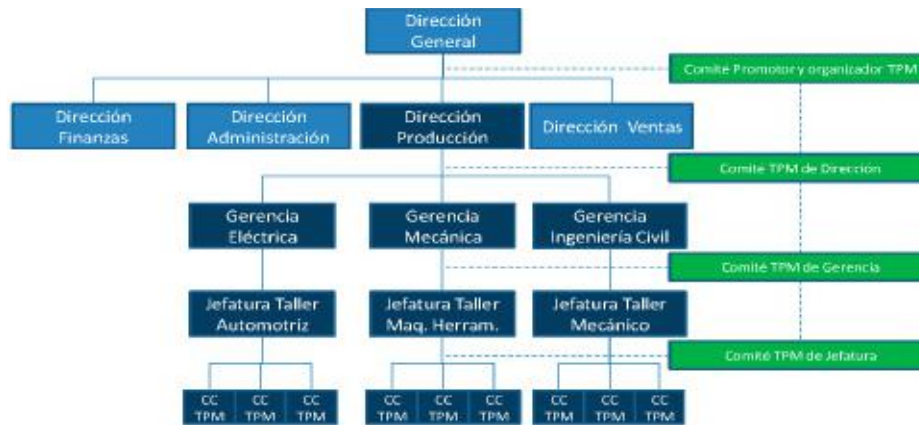


Figura 6. estructurando el TPM en una organización hipotética industrial

industria mundial, fue hacer un nuevo proceso administrativo apoyándose en las ideas existentes de Fayol y Taylor, usando los dos tipos de autoridad conocidos, (de línea y de apoyo o staff) y considerar al todo como un sistema. Es decir, su actividad es holística por lo que sus propiedades y funcionamiento deben ser analizadas en conjunto.

**IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL TPM EN UNA EMPRESA.**

Esta tarea no es sencilla de hacer, pues requiere del absoluto interés del consejo de administración y dirección general y la ayuda de una empresa consultora de alta calidad y experiencia, la cual debe conocer a fondo como implementar los siguientes doce pasos:

**1ER PASO CREAR EL ENTORNO APROPIADO.**

El consejo de administración, debe informar oficialmente a todo el personal de la empresa y proveedores, a través de un evento formal; de la decisión de establecer el TPM. Con este evento se busca la participación y compromiso de todos los integrantes, así como la comprensión del tema.

**2º PASO CREAR PROGRAMAS DE ADIESTRAMIENTO Y DESARROLLO.**

En este punto se inicia la creación de programas de adiestramiento y desarrollo para todo el personal de la empresa.

**3er PASO CREAR LA ORGANIZACIÓN PARA EL TPM.**

Este es el momento de establecer el “Comité

Promotor y Coordinador de Desarrollo del TPM” como Staff o apoyo de la alta dirección (Ver Figura 6).

**4º PASO CREAR LOS OBJETIVOS Y POLÍTICAS PARA EL TPM.**

El Comité Promotor y Coordinador definirá los objetivos generales a alcanzar a mediano y largo plazo (uno a tres años) recomendando las políticas necesarias que de éstos se deriven

**5º PASO CREAR EL PLAN MAESTRO PARA LA DESARROLLO DEL TPM.**

El Comité Promotor y Coordinador elabora y establece un plan maestro para el desarrollo e implementación del TPM, este comité debe estar compuesto por verdaderos especialistas en la preservación y mantenimiento de los activos de capital existentes en la empresa, sus conocimientos deberán tener cimientos en la tecnología más avanzada incluyendo temas como la jerarquización de activos, el RCM, etcétera; con lo que se implementarán cursos y programas para preparar y adiestrar a todo el personal en las siguientes cinco tareas:

- Efectividad global del equipo.
- Preservación y Mantenimiento autónomo para todo el personal de Producción, Ventas, Finanzas etc.
- Preservación y Mantenimiento para el personal de mantenimiento.
- Capacitación y Desarrollo para todo el personal de la empresa.
- Preservación y Mantenimiento para los nuevos Activos de Capital.



**6º PASO ACTO DE INICIACIÓN TPM.**

Se organizará una reunión de todo el personal de la empresa, así como de personas importantes ligadas a ésta ya sean proveedores, empresarios, personas renombradas etcétera, con el objeto de aumentar el interés de los presentes por el evento. Esta junta debe ayudar a crear y desarrollar un clima proactivo y de deseos de superación en todo el personal de la empresa y proveedores. Cada responsable de comité (general, departamental, de sección y de grupo) informará sobre el trabajo planeado y desarrollado en cada uno de los cinco pasos antes mencionados, así como de sus resultados. Finalmente, se anunciará que a partir de ese momento cada persona empezará a trabajar de acuerdo a las enseñanzas recibidas usando las nuevas "herramientas" y conforme vayan progresando abandonen las que deben quedar en desuso.

Con la terminación de los pasos anteriores hemos obtenido el adiestramiento y desarrollo de todos los recursos humanos de la empresa, permitiendo que el Comité General del TPM jerarquice el inventario de recursos a Preservar y Mantener en tres categorías de acuerdo a su criticidad (Vital, Importante y trivial). Así mismo, les asigne prioridad de atención y auxilie en la formación de "equipos de proyecto", integrados por personal de ingeniería, conservación, producción y círculos de calidad. Todo lo anterior se debe llevar a cabo siguiendo los pasos del 7 al 11.

**7º PASO MEJORA DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO INSTALADO.**

Para obtener ésta mejora es preciso hacer dos labores generales:

- 1a. Estudiar a fondo las características y rendimientos de los activos vitales e importantes, con el objeto de obtener el mayor provecho al utilizarlos en la debida forma.
- 2a. Eliminar los obstáculos que se oponen a la eficacia de los activos antes mencionados.

**8º PASO IMPLEMENTAR EL PLAN DE PRESERVACIÓN Y MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

Uno de los problemas más graves que existen en nuestra industria es que al personal de producción, ventas, finanzas y cualquier otra especialidad, no se le prepara en labores de

Preservación y Mantenimiento de sus herramientas de trabajo. Este es un gran error porque debemos tener como principio que todo el personal que tenga que ver con el uso de una herramienta de trabajo, tiene la obligación de conocer su operación y cuidado, (una planta de fuerza, un vehículo, una computadora, una escoba, una cortadora de césped etcétera). La falta de conocimiento y cuidado a los Activos de Capital produce grandes pérdidas. Esto obliga a racionalizar y documentar el trabajo, implementando los instructivos necesarios y haciendo cursos para preparar a los usuarios en el manejo y pulcritud de sus herramientas personales.

**9º PASO IMPLEMENTAR EL PLAN DE PRESERVACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.**

La implementación de este plan debe empezar antes de que termine el octavo paso. Por lo hasta aquí visto, debemos considerar que nuestro Departamento de Preservación y Mantenimiento tendrá las siguientes características generales:

- Una estructura racional que facilite la aplicación de labores estratégicas y tácticas (Planeación y Planificación).
- Un inventario de activos físicos jerarquizado en tres categorías (Vital, Importante y Trivial).
- Planes estratégicos de Preservación y Mantenimiento efectuados por la Dirección general.
- Planes tácticos de Planificación de órdenes de trabajo efectuado por el Departamento de Preservación y Mantenimiento.
- Un sistema computarizado integrando la información de toda la empresa.

**10º PASO IMPLEMENTAR EL PLAN DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO PARA TODO EL PERSONAL DE LA EMPRESA Y TAMBIÉN PARA LOS PROVEEDORES.**

Con los planes generados por el Comité General Promotor y Coordinador del TPM, deben programarse y realizarse cursos para todo el personal de la empresa y proveedores de acuerdo con las categorías que tengan, utilizando las técnicas más modernas de enseñanza y siguiendo estas dos políticas:

- Todo personal debe ser capacitado, según las técnicas de conservación y operación.

•Todo entrenamiento debe adecuarse a las necesidades específicas de cada área de trabajo.

### **11° PASO IMPLEMENTAR EL PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LOS NUEVOS ACTIVOS DE CAPITAL.**

El personal de Producción y el de Conservación (Preservación y Mantenimiento), debe corroborar, que todo equipo recién instalado, se analice desde el punto de vista de la filosofía actual de la conservación industrial, utilizando criterios científicos, ecológicos y sistémicos y además, con base en Costo del Ciclo de Vida (LCC). A esta etapa se le denomina Commissioning (poniendo en uso), y se lleva a cabo durante la vida temprana de la máquina, bajo la responsabilidad del proveedor para que éste nos asegure su garantía. Las actividades de Commissioning estarán enfocadas a:

- Evaluar el costo económico de ciclo de vida del equipo.
- Comprobar que el equipo está en los niveles más altos de confiabilidad, mantenibilidad y operatividad desde el punto de vista de seguridad y economía.
- Lograr el mejor nivel en la planeación de la inversión.
- Reducir el tiempo de vida temprana (de diseño a operación estable).
- Conseguir que las actividades de Commissioning se lleven a cabo con eficacia.

### **12° PASO ESTABILIZACIÓN.**

Este es el paso final del programa de implementación y desarrollo del TPM y consiste en una constante medición de resultados para la búsqueda de mejores objetivos. Todo el personal de producción y conservación auxiliado por el Comité General, Promotor y Coordinador del TPM, trabajará para mejorar los resultados y así poder permitir la fijación de metas cada vez más elevadas. Conforme se va logrando una adecuada implementación del TPM, es necesario ser más exigente con los resultados y hay que fijar objetivos de mayor nivel. Lo anterior hace indispensable que todo el personal trabaje en forma coordinada, continua y de manera proactiva.

### **CONCLUSIÓN**

En síntesis, el TPM es un proceso diseñado para administrar la preservación y mantenimiento de los activos de una gran empresa, esta es una filosofía que ha demostrado su alta calidad de resultados a pesar de las variantes que han sufrido los productos y procedimientos a través de más de 40 años. La implementación del TPM está perfectamente definida y establecida en el seguimiento cuidadosamente programado de cuatro fases que contienen los doce pasos arriba mencionados, que requiere de una gran inversión tanto de recursos económicos como humanos, por lo que solo es posible implementarlo en las grandes empresas y con ayuda de una compañía consultora que ya tenga una gran experiencia y al personal capacitado. Con esto nuestra primera pregunta se resuelve.

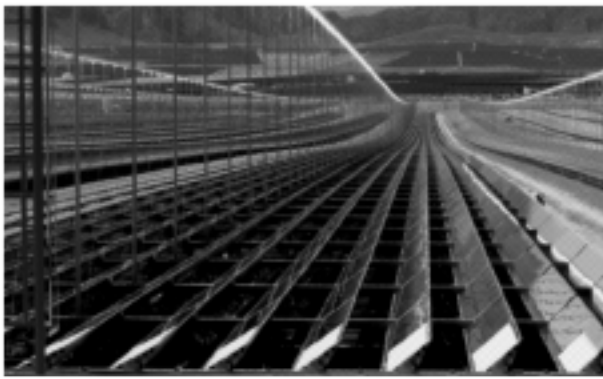
Para el caso de nuestro segundo cuestionamiento, ¿cómo pueden ser aprovechados estos conocimientos por las micros, pequeñas y medianas empresas? La respuesta no es tan compleja como parece: Para que éstas obtengan grandes beneficios, el primer paso es capacitar al personal de preservación, mantenimiento y operación en los conocimientos del TPM. Hoy día existen en el mercado empresas certificadas que ofertan diplomados en esta metodología. Con estos conocimientos adquiridos, este personal aplicará las técnicas del TPM que puedan ser utilizadas en su empresa, poniendo especial énfasis en la recolección de datos relevantes ya que se convertirá en información de análisis para encontrar áreas de oportunidad dentro de sus procesos. Finalmente, las mismas técnicas de este modelo los llevarán a aplicar inteligentemente lo que el TPM recomienda para las grandes empresas.

Al final, el resultado no es que las pequeñas y medianas empresas implementen el TPM, sino más bien elegir y aplicar las técnicas de TPM que sirvan mejor para la resolución de sus problemas.

AUTOR:

*Ing. Enrique Dounce Villanueva*

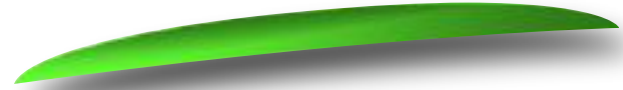




**INGENIERÍA**  
**GESTIÓN DE ACTIVOS**  
**CONFIABILIDAD**  
**MONITOREO DE CONDICIÓN**



**SiM**



**Proveemos Soluciones  
orientadas a mejorar  
la Seguridad, Rendimiento,  
Confiabilidad y Costos durante  
el Ciclo de Vida de sus Activos**

Soluciones de Ingeniería  
y Mantenimiento, S.L.  
Paseo de la Castellana, 95, 15ª 28046  
Madrid ESPAÑA

**www.sim-sl.com**  
**+34 914 185 070**  
**+34 917 577 400**  
**info@sim-sl.com**

NOTA DE  
PRENSA



## La Semana del Facility Management aterriza en Panamá

Este evento ambulante que circula por distintas ciudades de habla hispana tiene el único objetivo de dar a conocer la disciplina del Facility Management en los distintos entornos donde tiene impacto. Las ciudades de México y Lima acogerán las próximas ediciones del 2014.

Del 16 al 19 de septiembre tendrá lugar en Panamá la Semana del Facility Management. Durante estos días, este evento que se celebrará en el Novotel Panama City perseguirá el objetivo de dar a conocer la disciplina del Facility Management.

Se trata del primer evento internacional de FM en Panamá y albergará numerosas actividades que servirán de punto de encuentro para todos aquellos interesados en el Facility Management. Se realizarán visitas a edificios emblemáticos, foros y conferencias donde se desarrollarán los principales temas del sector y jornadas de formación, que completarán el conocimiento que se tiene sobre el FM. Los profesionales encontrarán un foro de perfiles similares donde poder intercambiar experiencias y mejores prácticas. Los estudiantes podrán asistir a charlas de iniciación que quizá hagan de esta su profesión de futuro y los docentes pueden ver en el FM un área de estudio e investigación. Para las empresas del sector, puede suponer una forma de darse a conocer, tanto si ya se es proveedor de servicio, como si se quiere adentrar en este mundo de negocio. Para las otras empresas no relacionadas con el sector, puede ser una forma de conocer en qué forma el Facility Management puede ayudar a mejorar y optimizar las actividades que, según IFMA (International Facility Management Association), suponen el segundo centro de costes de las compañías, después de los asociados a Recursos Humanos.

Este evento será un paso más hacia el reconocimiento de esta disciplina como una pieza imprescindible en la estructura de las organizaciones empresariales.

Para inscribirse, pueden hacerlo en la web [www.lsdm.com](http://www.lsdm.com) y para obtener más información, pueden escribir al correo [info@lsdm.com](mailto:info@lsdm.com)

Panamá, 14 de agosto de 2014  
Elena Jiménez



## DOS NUEVAS ADJUDICACIONES AFIANZAN A JOCA COMO EMPRESA CONSTRUCTORA DE REFERENCIA EN ESPAÑA Y LATINOAMÉRICA

JOCA ha resultado adjudicataria de dos importantes contratos en España y Perú, el REFUERZO DEL RAMAL OCCIDENTAL de Aljarafe (España) y el NUEVO HOSPITAL REGIONAL de Huánuco (Perú). La obtención de ambas adjudicaciones, que destacan tanto por su dimensión como por su cuantía, suponen para la compañía su consolidación en dichos mercados.

Las actividades desarrolladas por JOCA destacan tanto por su importancia para la sociedad como por su especialización. La actuación en Aljarafe ha sido motivada para garantizar el suministro a todas las poblaciones atendidas desde el ramal occidental; mientras que las obras del Hospital de Huánuco, vrsolverán los problemas de hacinamiento, inseguridad, riesgo de contagio y falta de organización existentes actualmente.

El REFUERZO DEL RAMAL OCCIDENTAL de Aljarafe, ha sido adjudicado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y cuenta con un importe de 4.150.691,66 euros. Por otra parte, la construcción del NUEVO HOSPITAL REGIONAL de Huánuco, cuenta con una inversión por parte del Gobierno Peruano de 42.699.105,9 euros y un plazo de ejecución de 18 meses. Con ambos proyectos, la compañía fortalece su presencia tanto en el mercado nacional como internacional.

Con respecto a las obras en Aljarafe, se llevará a cabo el refuerzo del tramo Olivares – Umbrete, en una longitud de 6.364 metros y refuerzo del Ramal a Sanlúcar La Mayor, en una longitud de 3.737 metros. Además, se incluirán ramales auxiliares para suministro del depósito de Espartinas – Umbrete y conexión con la red de distribución de Sanlúcar La Mayor, respectivamente.

Por otro lado, el Nuevo Hospital Regional Hermilio Valdizán, se tratará de una edificación de siete pisos que contará con 185 camas, 23 consultorios, 4 salas de operaciones, 1 sala de partos, 45 camas para UCI / UCIN, equipos médicos nuevos, mobiliario renovado y tendrá un área de construcción de 22.380,00 m<sup>2</sup>.

La calidad y eficacia de las obras realizadas por JOCA, se debe a que la empresa cuenta con un departamento específico de ingeniería de diseño, altamente cualificado, que le permite participar en todas las fases de una obra, desde la concepción del proyecto hasta su construcción y posterior explotación. Esta es una de las principales razones por las que la compañía sigue contando con la confianza de sus clientes.

La expansión y el desarrollo internacional de JOCA es claramente significativo, ya que con estas dos nuevas adjudicaciones, la empresa amplía su cartera de contratos en España y, asimismo, supone dar un paso muy importante en el desarrollo de sus actividades en Perú.





# LA CONFIABILIDAD: La Lucha Del Bien Contra El Mal

*En su película Los Intocables, el director Brian de Palma cuenta la historia de un equipo de personas luchando contra las mafias de Chicago, esto en un ambiente altamente reactivo y conservador. Esta historia podríamos compararla con los retos que tiene que enfrentar el personal de confiabilidad para combatir las fallas y las malas prácticas en un ambiente corporativo altamente reactivo y lleno de viejos paradigmas. En este artículo se intenta hacer una comparación de la historia de esta película con las "aventuras" del personal de confiabilidad de una industria, haciendo una especie de benchmarking entre el departamento de confiabilidad y el departamento de policía: ¿cómo ellos lo lograron?*



## ESCENA 1: ¿Quién se Encarga del Caos?

A principios de la década de los 30, las mafias de Chicago habían logrado penetrar todo el estamento legal y campeaba el crimen y la anarquía. Como una medida de corrección de estos problemas el gobierno nombró una especie de comisión para evaluar la situación y establecer una estrategia que permitiera combatir los males que azotaban la ciudad.

Algo similar ocurre en nuestras industrias cuando el caos de las fallas imprevistas, el re-trabajo y la reactividad reinan (los malos actores). Es el momento de nombrar esa comisión que se encargue de evaluar el sistema productivo y de establecer políticas y estrategias para afrontar y solucionar el problema. En la película se le asigna la tarea a un policía especialista, en nuestras industrias ese sería el rol para el Ingeniero de Confiabilidad. Este debe

encargarse de evaluar la situación actual verificando las brechas que la separan de una condición óptima, luego diseñar una estrategia que permita combatir los malos actores. Es así como el Ingeniero de Confiabilidad comienza a identificar los activos, a hacer AMEF, ACR, a establecer programas de inspección de activos, a definir planes de adiestramiento, a redefinir y optimizar las tareas de mantenimiento preventivo, entre otras actividades.

**ESCENA 2: El Rechazo al Cambio**

En la película, Eliot Ness, interpretado por Kevin Costner, intenta llevar a cabo esta estrategia; sin embargo su primer obstáculo lo representa el rechazo del departamento de policía, no aceptaban a alguien que viniera a decirles como hacer las cosas, al fin y al cabo ellos tenían muchos años haciendo las cosas a su manera, consideraban una amenaza a su status quo a la persona que quería introducir cambios. ¿Les suena familiar?



No es ciencia ficción, este es un obstáculo común en todo departamento de confiabilidad. Convencer a la gente de que las mejoras son necesarias y que serán beneficiosas no solo en el nivel corporativo sino en el plano personal y profesional. ¿Cómo acabar las fallas si ellas te benefician?, estamos hablando del sobretiempo o de las llamadas a media noche que te hacen el héroe necesario, de las frecuentes paradas preventivas que llenan la agenda de mantenimiento. En qué te beneficiaría la continuidad operacional confiable y segura. Pero además está el rechazo entre departamentos, lograr el compromiso de operaciones, mantenimiento, compras, RRHH, es

esencial para alcanzar el éxito de toda iniciativa de Confiabilidad Industrial. La primera etapa debe ser motivar a la gente a embarcarse en la empresa de la confiabilidad. Motivar al personal comienza por una buena comunicación con todas las personas, es la manera de hacerlas parte de la estrategia, informar sobre las metas, las responsabilidades y la importancia del trabajo en equipo.

*“No se le puede pedir a alguien que entienda algo, cuando su salario depende de que no lo entienda”*

*Upton Sinclair*

**ESCENA 3: El Personal Adecuado**

Es el segundo obstáculo importante. En la película el Sr. Ness sufre las consecuencias de trabajar con gente desmotivada y con falta de preparación para la tarea encomendada, y debido a ello obtiene sus primeros reveses, necesita rodearse del personal adecuado. Sabe que necesita de gente con experiencia, pero además requiere un equipo con mucha moral y libre de los viejos paradigmas.

Finalmente logra integrar un grupo de trabajo multidisciplinario, comprometido con los objetivos, basado en personal experimentado, estudiantes avanzados de la academia de policías e incluso el apoyo de personal especializado en finanzas.

Esta parte de la película es una gran enseñanza para nuestros departamentos de confiabilidad.

Un error frecuente en la industria es intentar aislar al personal experimentado, piensan que sus conocimientos son obsoletos y que no son buenos con las nuevas tecnologías, por otro lado no le dan suficiente participación al personal joven que aún no encuentra su espacio en ninguno de los dos bandos. Así se intenta llevar a cabo la estrategia de confiabilidad con asesores y especialistas, aplicando un excesivo academicismo que no logra integrarse a la realidad de la planta.

Un equipo orientado a establecer mejoras de desempeño debe integrarse con personal experimentado que conozca la planta, que posea esa memoria corporativa informal y que esté dispuesto a compartirla para aprender de ella y potenciarla con la nueva metodología. Dar la oportunidad a toda la plantilla e involucrarla en las mejoras con tareas específicas y concretas, balancear el equipo con experiencia,

juventud y alta moral.

Muchos paradigmas instalados en las organizaciones atentan contra el mejoramiento continuo. Los nuevos empleados, lejos de inyectar dinamismo o incorporar mejoras, son "reclutados" por estos paradigmas, es una manera de ser "aceptados" en la organización. Por ello iniciativas como las pasantías, programas de aprendices o el desarrollo de reservas estratégicas fracasan en la formación de personal adaptado a las nuevas necesidades, ellos por el contrario se adaptan al paradigma: ¡Aquí siempre lo hemos hecho así!

*"Su mejor recurso no es la gente, sino la gente apropiada"*

*Jim Collins*



#### **ESCENA 4: Definir los Objetivos**

Antes de comenzar cualquier iniciativa de mejora se deben definir claramente las metas y los plazos de las mismas, tener claro el objetivo de las acciones y una clara comprensión del destino, la visión de "hacia donde queremos ir" nos ayudará a dar los pasos adecuados en esa dirección.

En la película el equipo de "Los Intocables" busca cuál será la mejor estrategia, cómo alcanzar la meta de mitigar el crimen obteniendo el respaldo incondicional del gobierno, la respuesta: destacar las pérdidas económicas asociadas a estos crímenes y los potenciales beneficios que le traería a la tesorería el logro la meta.

Esta también sería una buena táctica que el departamento de confiabilidad puede reproducir. Conseguir el apoyo de la gerencia pasa por demostrar que los beneficios se traducirán en menos pérdidas y más ganancias. A veces fallamos en representar en dinero el esfuerzo del equipo, no basta con manejar indicadores técnicos de gestión, es necesario



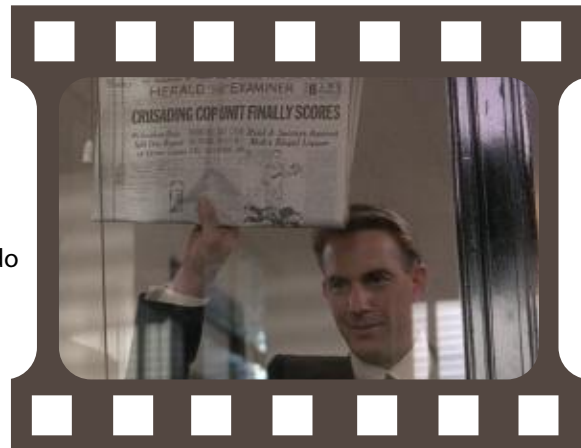
conocer los indicadores financieros, apoyarse en personal de finanzas y destacar los ahorros y ganancias potenciales del plan. De esta manera se garantiza un apoyo en el nivel corporativo lo que se traduce en los recursos necesarios para llevar a cabo el plan. Es hacer ver el programa de confiabilidad como un negocio rentable para la organización.

#### **ACTO FINAL: Reportar los Progresos**

Si quiere que su iniciativa de mejora fracase, no comunique los avances. Es importante reportar los éxitos del programa, e incluso reportar las fallas enfocándolas como lecciones aprendidas y definiendo los mecanismos que se crearon para evitar su recurrencia: esto es aprender de las fallas.

*“Toda creación física comienza con una creación mental, un pensamiento, un plan, el diseño, el bosquejo de lo queremos alcanzar”*

*Steven Covey*



Llevar a cabo una política de comunicación de indicadores claves que traduzcan el esfuerzo realizado en logros puntuales como el incremento del TPEF, disminución del sobretiempo, disminución de las tareas de mantenimiento preventivo basado en tiempo, aumento de la efectividad del mantenimiento, disminución del porcentaje de trabajos de emergencia en relación al total de horas de mantenimiento, cuantificación de los ahorros,

etc. Se trata de visibilizar el trabajo que muchas veces puede pasar desapercibido, los indicadores son una brújula que señala si vamos en el camino correcto, que tan lejos estamos de la meta. Recuerde las malas noticias no necesitan promoción, ellas se expanden por sí mismas pero los resultados positivos necesitan ser visualizados, expuestos, promocionados y disfrutados.

**AUTOR:**  
**David Trocel**

## NOTA DE PRENSA



*Entre los días 27 y 28 de agosto de 2014 se celebra en la ciudad de Monterrey en México el primer congreso dedicado a tres pilares del mantenimiento: Mantenimiento Predictivo, Gestión basada en la Confiabilidad y Lubricación (Tribología). En este congreso intervienen figuras con prestigio internacional, quienes a lo largo de sus ponencias mostrarán a los asistentes las últimas tendencias y el futuro inmediato sobre la gestión del mantenimiento industrial.*

Miércoles, 27/08/2014

09.00 a.m. Registro de asistentes  
10.15 a.m. Ceremonia de inauguración oficial – José Páramo (Presidente de Techgnosis International)  
10.15 a.m. Conferencia magistral: THE ROLE OF EVIDENCE IN ASSET MANAGEMENT, por Andrew K.S Jardine (Canadá), Director del Centre for Maintenance Optimization and Reliability Engineering, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto.  
11.00 a.m. Sesión de Visita a Mesas de Negocios/Exhibición/Networking  
12.00 a.m. Conferencia: Modelo de certificación de sistemas de gestión de monitorizado de la condición según la norma ISO17359:2011, José Pedro Rayo Peinado, Preditec/IRM.  
01.00 p.m. Comida  
02.00 p.m. Conferencia: (En breve se incluirá esta información).  
03.00 p.m. Conferencia: Mitos para la Aplicación de RCM, por Carlos Mario Pérez, Director de Soporte y Compañía y Victoria Del Pilar Uribe Naranjo, Practitioner, Colombia.  
04.00 p.m. Conferencia: RCT – Tribología Centrada en Confiabilidad y uso del AMEFT (análisis de modo y efecto de fallas tribológicas), por José Páramo, Techgnosis, México.  
05.00 p.m. Conferencia: Retos de implantación de la táctica PdM y sistemas de monitorizado de la condición en la nube. Casos de éxito, por David Faro, Director de Preditec/IRM, España.  
06.00 p.m. Conferencia: TPM, Mantenimiento Productivo Total en el Siglo XXI, por Luis Mosqueda, Productivity, México.

Jueves, 28/08/2014

09.00 a.m. Sesión de visita a Mesas de Negocios/Exhibición/Networking  
10.00 a.m. Conferencia: Como definir un plan de mantenimiento, por Carlos Mario Pérez, Director de Soporte y Compañía y Victoria Del Pilar Uribe Naranjo, Practitioner, Colombia.  
11.00 a.m. Conferencia: El Cloud Monitoring en la industria. Integración de técnicas y tecnologías predictivas. Casos prácticos

de implantación y resultados obtenidos, por Francisco Ballesteros Robles, Preditec/IRM, España.

12.00 a.m. Conferencia: ISO 5500... ¿Una responsabilidad de Mantenimiento?, por Carlos Mario Pérez, Director de Soporte y Compañía y Victoria Del Pilar Uribe Naranjo, Practitioner, Colombia.

01.00 p.m. Comida

02.00 p.m. Sesión de visita a Mesas de Negocios/Exhibición/Networking

03.00 p.m. Conferencia: Reducción de fallas por medio de los sistemas centralizados de lubricación, Ing. Rogelio Santillán (IDILSA), México.

04.00 p.m. Conferencia: (En breve se incluirá esta información).

05.00 p.m. Conferencia: Incremento de la Confiabilidad de la Maquinaria a Través del Uso de Lubricantes Sintéticos TRIBOLOGY TECH LUB, TBD, Estados Unidos.

06.00 p.m. Ceremonia de Concurso y entrega de Premio al ganador: Curso de certificación de analista de vibraciones Categoría I (ISO-18436-2) en España con certificación por el Mobius Institute para la persona que se certifica y su acompañante.

07.00 p.m. Ceremonia de Clausura por las ocho empresas organizadoras.

José Páramo - Techgnosis International – México  
Carlos Mario Pérez – Soporte y Compañía – Colombia  
Victoria Del Pilar Uribe Naranjo – Practitioner  
Andrew K.S Jardine – Universidad de Toronto – Canadá  
Pepe Rayo – Preditec/IRM – España  
Luis R.Mosqueda Farías, Productivity Latinoamérica  
David Faro – Preditec/IRM – España  
Javier Huerta – Tribology – México  
Jason Reiner, Des-Case Corporation  
Rogelio Santillán – IDILSA – México  
Francisco Ballesteros - Preditec/IRM – España



CENTRAL Soluciones Globales, es una empresa internacional especializada en el desarrollo y ejecución de proyectos de inversión en el campo de la ingeniería, procura y construcción de sistemas de compresión, transmisión y tratamiento de gas natural; así como facilidades en superficie de producción de petróleo y energía ecológica.

Además de prestar servicios de consultoría técnica especializada para el mantenimiento y operación de estas instalaciones.

*Creamos para Servir  
y Servimos para Crear*



885 SW 149th Court,  
Miami, USA, FL 33194  
Phone: +1(786) 228.97.98

Av. Fernando Peñalver Nro. 120 El Tigre  
Estado Anzoátegui Venezuela 6050  
Teléfono: +58 (424) 830.93.07

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

Av. Alirio Ugarte Pelayo  
C.C. PETRORIENTE Nivel 02, Oficinas 52-05  
Maturín Estado Monagas Venezuela 6001  
Teléfono: +58 (424) 830.93.12

Av. Stadium C.C. NOVOCENTRO II Nivel 3, Oficina 3-3  
Puerto la Cruz Estado Anzoátegui Venezuela 6023  
Teléfono: +58 (281) 267.04.02 Fax: +58 (281) 267.57.10

Rif: J-31396255-24



# Gestión De La Información De Activos Físicos Empleando Códigos Bidimensionales De Respuesta Rápida - QR

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la gestión de mantenimiento que normalmente aplica para las maquinas industriales se ha venido dilucidando el termino de **ACTIVOS FÍSICOS**; encontramos que existe una brecha grande entre la gestión de los trabajos de mantenimiento y la gestión de la información de las maquinas o activos, donde la información de las actividades realizadas queda dispersa entre departamentos y no facilita la toma de decisiones oportunamente y se percibe en circunstancias una desviación sutil del objetivo de los departamentos de mantenimiento.

Todo esto es llevado a la aplicabilidad de software sofisticados para gestionar sistemas, tales como los ERP1, EAM2, CMMS3, etc., que en particular, soportan parte de la información de mantenimiento, correspondientes a la planeación de los recursos asociados a las actividades como los costos de mano de obra, repuestos y otros; el tiempo, los riesgos, incidentes en las maquinas y del ambiente donde éstas realizan su función.

## GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS ACTIVOS.

Toda la información relevante del activo, tal como lo establece el numeral 4.4.6. de la norma PAS 55:20084, que literalmente expresa:

"La organización deberá diseñar, implementar y mantener un(os) sistema(s) para manejar la información de la gestión de activos. Los

empleados y otras partes interesadas, incluyendo los proveedores de servicios contratados; deberán tener acceso a la información relevante a sus actividades o responsabilidades de gestión de activos. El literal (b) de este aparte, contempla: Que la información sea archivada y que asegure que sea la correcta a través de revisiones y actualizaciones periódicas.

Básicamente, esta información corresponde a los registros, planos, contratos, licencias, documentos regulatorios, legales, instrucciones técnicas, procedimientos, criterios de operación, desempeño y registros de gestión, inclusive hacen referencia a que pueden ser almacenadas, procesadas y transmitan toda la información relevante del activo, este aspecto es muy lógico y claro, pero ¿tienen todos acceso a la información significativa?

Para una buena gestión de activos, se debe priorizar y optimizar cualquier actividad referente al cuidado y uso de los activos; las oportunidades de desempeño a largo y corto plazo, la gestión del ciclo de vida, son más que tomar solo los costos generados o causados. Es también tener en cuenta los atributos del desempeño, para tomar rápidamente decisiones, pero no solo se debe esperar hasta acceder el software, "esperar", programar reuniones técnicas para revisar los archivos y de este modo hacer la gestión correspondiente al activo o simplemente definir las actividades a realizar.

Uno de los retos que establece la PAS 55 es: *¿ESTAMOS OPTIMIZANDO NUESTROS PROCESOS Y/O PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS A LA LUZ DE LOS ÚLTIMOS DESARROLLOS EN LA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN?*

Con el uso de software especializado para la gestión de los activos, se obtiene una organización y se asegura contar con el requisito general para gestionarle el ciclo de vida de éstos; pero es considerado que, cuando se requiere de la información relevante e inmediata, pues hay que esperar y esto demanda tiempo y costo, en particular, la información del activo suele estar dispersa, es decir, los departamentos de diseño e ingeniería poseen su base de datos de los planos y recomendaciones de operación, el de producción posee los procedimientos e instructivos de operación, el de mantenimiento posee los planes y programaciones de mantenimiento, repuestos, entre otros.

### USO DE LOS CÓDIGOS QR PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS ACTIVOS

Mi propuesta está en responder al cuestionamiento de uno de los retos propuestos por la PAS 55 referente a la optimización de los procesos con el uso de la última tecnología y la innovación y llevarlo a la aplicabilidad de la gestión de la información de los activos.

Esta propuesta garantiza a toda aquella industria que posee activos en diferentes volúmenes y otras que los tienen dispersos en muchas regiones y quizás, no conocen el estado centralizado de los mismos a nivel de gestión del ciclo de vida; que involucra muchos aspectos multidisciplinarios centrados en las funciones del negocio ha hacer uso de los códigos QR para alimentar la base de datos centralizada de la información del activo como lo establece el numeral 4.4.6 de la norma PAS 55:2008 y a que todas las partes interesadas (operarios, clientes, servicios outsourcing, etc.) puedan tener de primera mano la información en el lugar y tiempo requerido, es decir, que el mismo activo sea fuente de la información.

Todo lo respectivo a este proceso se relaciona con hacer uso de la infraestructura que poseen las organizaciones a nivel de TI5 (paginas web mediante protocolo HTML, servidores de almacenamiento y centralización de la información empresarial, etc.) y de este modo implementar bases de datos relacionadas con la información relevante de los activos como: Costos, Planos de diseño, registros de mantenimiento, planes y programas de mantenimiento, inventarios de partes y repuestos, procedimientos de operación, manual de riesgos asociados al equipo y otras recomendaciones. Posteriormente, se obtendrá acceso a la información de forma eficiente, rápida y segura que permite tomar decisiones del mismo modo sobre las desviaciones que puedan perturbar el buen funcionamiento de los activos.



Imagen 1. Proceso de implementación de los códigos QR en la Gestión de Activos

### HISTORIA DE LOS CÓDIGOS QR

Desde los años de 1994, la empresa japonesa Denso-Wave6 subsidiaria de TOTOYA, creó un módulo útil para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional llamado código QR (quick response code, «código de respuesta rápida»). Inicialmente los códigos QR (Imagen 1) se usaron para identificar las piezas de los vehículos en fase de producción.

Existen dos estándares para normalizar el uso de esta herramienta: el japonés JIS X 0510 creado por la JIS7 y distribuido en enero de 1999; y el correspondiente estándar de la ISO, ISO/IEC 18004 aprobado en junio de 2000 y revisado en 2006 (ISO/IEC 18004:2006). En 1999 Denso Wave, la empresa que los había patentado, permitió que se pudieran utilizar libremente sin hacer usos de los derechos.

Estos códigos son un estándar abierto y gracias a su decodificación puede realizarse con cualquier teléfono móvil con cámara sin ser importante la calidad de ésta o con dispositivos diseñados específicamente para la captura automática. Además, como indica su nombre, presentan una gran velocidad de respuesta.

A partir del 2003, en Japón comenzaron a emplearse como etiquetas, en las que la gente podía leer con sus dispositivos móviles información relacionada con productos, servicios y eventos, cifrando los contenidos en direcciones URL, mensajes de texto, textos, etc.



Imagen 2. Ejemplo de un código QR

En el mundo, estos códigos son usados para productos tales como: Productos de oficina, comidas y bebidas, juegos, juguetes, productos electrónicos, Dvd's, libros y productos de belleza y farmacia. En la mayoría de los casos, los productos que mas usan los códigos QR son las bebidas, comidas, productos de belleza, libros y DVD. En Corea del Sur, se usan estos códigos para realizar compras en línea de productos domésticos sin necesidad de asistir a un supermercado, simplemente usando su smartphone y listo.

Respecto a la aplicación para el mantenimiento industrial, su aplicación no es representativa, pero es una alternativa tecnológica para lograr una Gestión de Activos de envergadura.

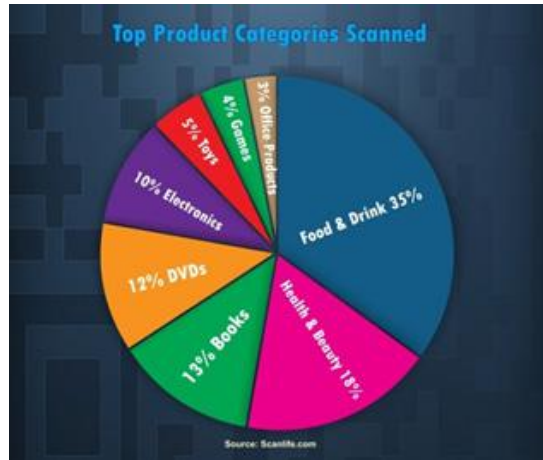


Imagen 3: Top de productos escaneados en el mundo

### ESTRUCTURA DE LOS CÓDIGOS QR

Estos códigos son la evolución de los códigos de barras, los cuales se han usado comúnmente para la gestión de los inventarios de productos y activos en todo el mundo y su diferencia estructural consiste en que los códigos de barras usan un solo esquema de almacenamiento de datos, mientras que el QR utiliza dos esquemas de almacenamiento, lo que le da mayor versatilidad y capacidad de almacenamiento de datos.

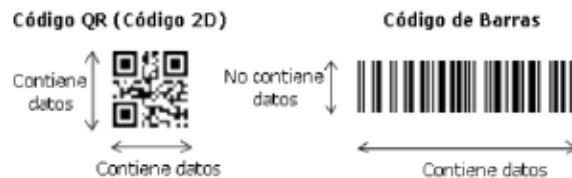


Imagen 4: Diferencias entre códigos de barras y QR

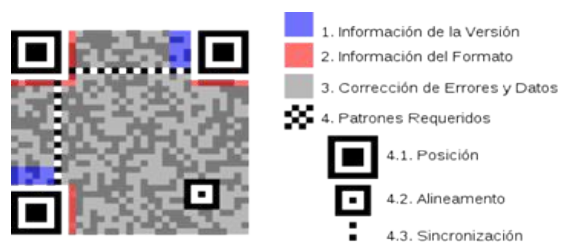


Imagen 5: Esquema para el almacenamiento de la información en códigos QR



## IMPLEMENTACIÓN

En la ciudad de Barrancabermeja, junto con la empresa LEOTECNICAS LTDA., empresa nacional y de la localidad, realizamos la implementación de estos códigos para la organización de la información de mantenimiento de motores eléctricos, el caso de estudio e implementación para la planta de gas - GALÁN de la empresa ECOPETROL S.A., a través del servidor de contenidos web que usa esta empresa, demostramos la funcionalidad y la eficacia que se tiene con esta herramienta que, logrará ser de gran utilidad para empresas robustas que requieran realizar en línea toda la gestión del activo y en referencia, hacer uso desde cualquier dispositivo móvil con acceso a internet para registrar las actividades realizadas sin necesidad del uso del papel, contribuyendo con el medio ambiente. Asimismo de enlazar las facilidades de algunos software's respecto a la planeación de los recursos empresariales o de gestión de activos como la planeación y programación de mantenimiento que se tendrán de primera mano todos los datos actualizados del activo.

En este caso, los códigos QR, serán puentes

fundamentales para la obtención y registro de los datos desde el sitio de ubicación de los activos en tiempo real.

En la imagen 6, se ilustra la metodología que se implementó junto con los Ingenieros Luis Eduardo Gómez(8) y Jhon Freddy Franco(9), quienes participaron en la implementación.

En este esquema se dan las pautas que se tomaron en cuenta para lograr que la información que se encontraba dispersa de las actividades realizadas al equipo objeto de estudio, como monitoreos de condición, medición de aislamiento eléctrico, vibraciones, etc., se organizaron digitalmente y desde el mismo equipo se puede obtener en tiempo real los datos que de inmediato puedan ser analizados y tomar decisiones oportunas dado el caso usando la captura simple de códigos QR.

Imagen 6. Metodología de implementación de códigos QR para la gestión de la información de activos físicos.



Imagen 6. Metodología de implementación de códigos QR para la gestión de la información de activos físicos.

Luego de recopilada la información suministrada por el departamento de mantenimiento de la planta de gas GALAN de la empresa Ecopetrol S.A. liderado por el Ing. Cesar Augusto Cabiedes10, se construyó el acceso web que posteriormente se utilizaría para la obtención del código QR. A través del cual se puede acceder a la información respectiva del equipo.



Imagen 7. Centralización de la Información de mantenimiento del motor de la planta de gas Galán



Imagen 8. Lectura de información del equipo a través de los códigos QR.

Finalmente, usando este tipo de códigos, podemos obtener de primera mano toda la información correspondiente, requerida y necesaria de un activo físico y que cumpla con el requisito de la norma PAS 55, que con el uso de dispositivos móviles, como smatphone, tablet y lectores de códigos bidimensionales se puede

acceder a planos, planes y programas de mantenimiento, formatos de registros, documentos legales, procedimientos de trabajo, procedimientos seguros de operación y recomendaciones de mantenimiento y operación. Cabe resaltar que cada usuario puede tener su manera de ingresar a su portal usando claves de acceso para algunos módulos o casos.

Para ello se debe realizar una determinante recopilación y organización de toda la información del activo y para cada uno de ellos, se establece un código autónomo y diferente, que no dará oportunidad a confundirse o indicar información errónea de éstos, ya que los códigos QR son simplemente un mecanismo de cifrado de información a través de patrones lógicos y seguros, que posteriormente dejaran disponible la información relevante para la toma de decisiones en el momento oportuno.

**AUTOR:**  
Steiver Montoya Silva  
Ingeniero de Producción

#### REFERENCIAS:

1. Enterprise Resource Planning (Planeador de Recursos Empresariales)
2. Enterprise Asset Management (Gestión de Activos Empresariales)
3. Computer Maintenance Management System (Sistema informático para la Gestión de Mantenimiento)
4. Numeral 4.4.6. Gestión De La Información De Los Activos, Norma PAS 55:2008 del instituto para la gestión de activos IAM
5. Tecnologías de la información
6. Empresa Japonesa de tecnología en captura automática de datos, industria robótica
7. Estándar industrial Japonés.
- 8,y 9. Estudiantes de La especialización de Gerencia de Mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander - UIS periodo 2012-2013
10. Líder de seguridad eléctrica VIT-GPO-POR - VIT planta Galán de ECOPETROL S.A.



# FUNINDES USB



## Vinculando la Universidad con el País

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR



A través de la Fundación de Investigación y Desarrollo, la USB responde a las demandas del sector productivo nacional, aportando la capacidad técnica

### En las áreas de

- Mantenimiento centrado en confiabilidad
- Confiabilidad humana
- Aplicaciones de confiabilidad operacional
- Análisis causa raíz
- Inspección basada en riesgo
- Confiabilidad en Subsuelo-Superficie.



# Generalización, Beneficios e Impacto de la Tecnología SGestMan<sup>©</sup> (I Parte)

## INTRODUCCIÓN:

Está comprobado que uno de los factores que garantizan la rentabilidad en la gestión empresarial es, precisamente, cómo se maneja la gestión de mantenimiento y, por supuesto, dónde está enfocada su disminución de los costos.

En la búsqueda de costos óptimos ha sido necesario replantear la función del mantenimiento orientándolo a hacerlo más efectivo y así lograr que su influencia en los costos totales se minimicen. Luego de un período de crecimiento económico, durante el cual predominaron en las empresas los criterios orientados hacia la producción, se le ha dado prioridad a otros aspectos tales como: operación fácil, baja emisión de ruido, economía durante todo el período de funcionamiento, seguridad de los trabajadores y mantenimiento adecuado; además de elementos económicos como la eficiencia, la rentabilidad y la liquidez monetaria. Esto parte de las cambiantes condiciones del mercado, que no admiten ningún desperdicio de recursos (materias primas, tiempo, personal, repuestos, entre otros), la mayor complejidad de las instalaciones, así como también el grado creciente de interrelación de unidades productivas, lo que ha aumentado considerablemente los costos de los paros de producción y reparaciones. En consecuencia, los tiempos de detención breves y un bajo porcentaje de fallas son factores que

desempeñan un papel decisivo en el éxito económico. Esto redundará en mayores exigencias al desempeño del mantenimiento. Las nuevas tecnologías han ampliado las tareas, responsabilidades y exigencias en cuanto a tiempos, calificación, exactitud en la ejecución y organización de las tareas de mantenimiento. La inclusión de las normas de calidad y su familia de la ISO, han tomado parte en este cambio.

Todos estos elementos se pueden resumir en una sola Frase. "Mejorar la Gestión de Mantenimiento", como centro de las actividades que garantizan la calidad del producto y/o servicio de cara al cliente. Ahora bien, resulta curioso que este análisis lleva a una simple conclusión: el futuro de la sociedad, teniendo en cuenta los avances tecnológicos, y fundamentalmente el desarrollo de la Informática, comprende un grupo de acciones que son la base de la Gestión moderna. Así, los mercados globalizados, la necesidad de ahorrar recursos, ya sean materiales o financieros, la necesidad de proteger el medio ambiente y su fuente de recursos no renovables, en combinación con los avances tecnológicos, darán una sociedad en donde la Gestión será el tema de todos los días. En el caso particular que nos compete, la Gestión del Mantenimiento, en combinación con los desarrollos actuales y la necesidad de ser más eficientes económicamente, serán los responsables de mantener una calidad de vida a la altura de las circunstancias.

El presente trabajo es desarrollado a partir de la Generalización de las prácticas relacionadas con la Utilización y Explotación de la Tecnología SGestMan®. Esta Tecnología es la base de una serie de herramientas, métodos, procedimientos, estudios, comparaciones, estimaciones y pruebas, relacionadas con los conceptos que se manejan en la actualidad, referentes a la gestión del Mantenimiento. Se desarrolla a partir de la Generalización de los resultados calculados en un número establecido de Empresas Nacionales y Foráneas, que utilizan, desarrollan y centran su gestión de la Función Mantenimiento en lo que se denomina en el cuerpo de este Trabajo "Tecnología SGestMan®". Aplicando esta tecnología, se pueden establecer fuentes de ahorros de recursos, a partir del cálculo de indicadores técnicos y económicos, que muestran el estado actual de la Gestión del Mantenimiento, su tendencia y principales resultados.

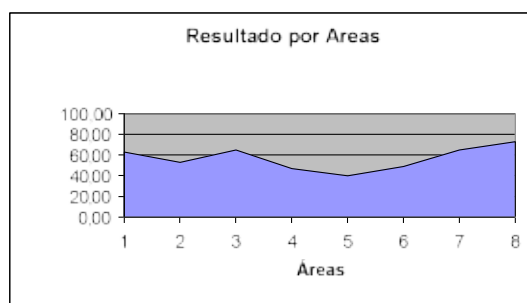
Así pues, partiendo de la definición del término "Tecnología SGestMan®" y sus principales características, podemos mostrar los beneficios intrínsecos de la misma y a su vez, establecer la Generalización de la Tecnología como el principal logro obtenido, reflejando los resultados de nuestros clientes y lo que representa en materia de mejoras y ahorros. Se mostrarán asimismo los resultados de empresas líderes en nuestro país, como son la Unión Eléctrica, las Empresas del sector Minero (Níquel), empresas del Petróleo y de Producción de Alimentos. No obstante, se establecen como patrones de cálculos para otras Industrias, como los Laboratorios Farmacéuticos, Hospitales y de la Industria Sideromecánica.

#### CONTENIDO DE LA TECNOLOGÍA SGESTMAN®:

El punto de partida de la Generalización de la Tecnología SGestMan®, está referida al desarrollo de una Herramienta Informática (Software) del mismo nombre, desarrollado en los años 2003-2004, por especialista de la Empresa Inversiones Gamma S.A. Este software

es el reflejo de más de 15 años de experiencia en la aplicación de herramientas de Gestión de Mantenimiento Asistida por Computadora (GMAC), en el cual se establecen muchos criterios y conceptos que hacen de esta solución una ventaja para el sector empresarial cubano. Debido al impacto positivo de la herramienta, y a la propia necesidad de mejora que implica la aplicación de este tipo de software, fue que surgió el concepto de Tecnología SGestMan®, la cual incluye entre otros aspectos:

**Diagnóstico Inicial Función Mantenimiento:** Se establece como el punto de partida en la aplicación de las soluciones. Se centra en la realización de una Auditoria (Diagnóstico) de todas las áreas funcionales que interactúan en la Gestión del Mantenimiento. Estas áreas se dividen en funciones y se evalúan, tanto cualitativa como cuantitativamente. Esta evaluación de las funciones nos muestra gráficamente, como se desempeña en ese instante la Gestión del Mantenimiento en la Instalación. El impacto fundamental de este diagnóstico, se centra en realizar estudios antes y después de implementada la Tecnología y luego, con periodos de tiempos no mayores de dos (2) años.



**Proyecto General de Implantación:** A partir de los resultados del Diagnóstico Inicial, se determinan los puntos vulnerables y de Oportunidad en los cuales hay que hacer hincapié. De aquí se establecen las tareas a desarrollar para la Implantación de la Tecnología SGestMan® dividiéndola en Etapas y Procesos bien estructurados y desarrollados de forma coherente. Un punto determinante se establece

en la definición del Comité de Implantación y los Responsables de cada etapa así como los resultados a alcanzar. Existen resultados que de no lograrse no es posible avanzar hacia etapas superiores, punto crítico de éxito de la aplicación de la Tecnología.

**Inventario del Patrimonio y Metodología de Codificación:** Esta fase está vinculada a la ejecución de un levantamiento patrimonial de todos los objetos que son responsabilidad de la función Mantenimiento. Se establece así, puesto que no solo se busca saber la existencia de objetos, si no también determinar sus características técnicas y funcionales, su clasificación desde el punto de vista económico y de proceso Productivo, sus datos relacionados con la planificación del Mantenimiento, así como los criterios diferenciadores, referentes a Técnicas de Trabajo, Recursos a emplear e Impacto en el proceso Productivo.



**Procedimientos para el control de las Órdenes de Servicio:** Establecer los Procedimientos de Órdenes de Servicios, se considera el primer resultado parcial dentro de la Aplicación de la Tecnología SGM. Aquí se indican a partir de criterios de calidad, todos los pasos vinculados a controlar la identificación de problemas de Mantenimiento, ya sean Averías, Mantenimientos Preventivos, Rutas de Inspección, o partiendo de las solicitudes emitidas por los clientes de Mantenimiento o de los especialistas (inspectores) de Mantenimiento. Este paso establece la búsqueda primaria de información para

comenzar a obtener datos referentes a indicadores técnicos y económicos. Se establece como premisa que lo que NO se detecta, nunca llega a ser solucionado.

**Enlace con el Sistema de Inventario:** Permite establecer las pautas para controlar a partir de los sistemas de Inventario de Almacén ya establecidos, la información referente a los recursos materiales que gestiona la función Mantenimiento para el cumplimiento de sus trabajos o acciones. Este paso es vital para el control económico y logístico vinculado a la respuesta que Mantenimiento es capaz de establecer.

**Mantenimiento e inspección preventiva planificada:** Es la esencia de la Tecnología SGM. Parte de la modelación de las características de Planificación de las acciones de Mantenimiento, siguiendo los tres tipos de Mantenimiento establecidos. Mantenimiento Correctivos (Ordenes de Servicio), Mantenimiento Preventivo (Plan de Mantenimiento) y Mantenimiento Predictivo (Rutas de Inspección o Diagnóstico Técnico). Estos tres criterios se establecen como lo principal a desarrollar y establecer como política de la Función Mantenimiento.

Plan de mantenimiento PLAN MPT 2013 Aprobado

CALCULADORA

UNE

Mes	Año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
enero												
febrero												
marzo												
abril												
mayo												
junio												
julio												
agosto												
septiembre												
octubre												
noviembre												
diciembre												

**Sistema de evaluación y control de mantenimiento:** Obtener los datos de salida, históricos técnicos y económicos, es el principio fundamental de la Informatización de la Gestión del Mantenimiento. Estos datos de Evaluación y Control, son los resultados de los procedimientos establecidos y el control de toda



la información que se genera en la función Mantenimiento. Este sistema incluye los datos que se deben manejar en todos los niveles gerenciales de una Organización.

**Formación del personal:** En el 99% de las implantaciones realizadas, se establece como punto negativo, la baja calificación del personal. Es por esto que formar al personal no se centra únicamente en lo que concierne a la explotación de la herramienta informática, sino que establece criterios de análisis, estudio de casos, análisis de datos y toma de decisiones, todos mostrados en cada una de las etapas del Proyecto y teniendo en cuenta las características propias de la empresa. Este paso se desarrolla en el 100% de los proceso de implantación y aplicación de la Tecnología SGestMan®.

#### GENERALIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA SGESTMAN®:

La Generalización de la tecnología SGestMan®, está demostrada por el gran número de empresas cubanas y foráneas que la utilizan y desarrollan y que son la base de la mejora continua de la solución integral, partiendo de los datos obtenidos y las experiencias transmitidas. Es importante establecer cronológicamente este proceso de Generalización, puesto que de ella han resultado mejoras sustanciales y que como ya se dijo, son la base de la mejora continua de la Tecnología.

#### Impacto Nacional. Industrias y Empresas de Servicios Cubanas:

La Presencia Nacional se demuestra a partir de nuestra cartera de cliente (ANEXO 1), la cual incluye las Principales Industrias Cubanas, de los Ministerios más representativos. De ellos podemos destacar:

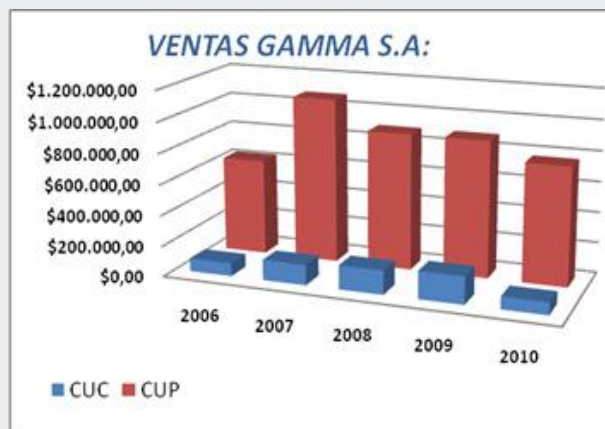
**TABLA 1: Ejemplos de Clientes Tecnología SGestMan®.**

Ministerio	Unión	Empresas	OBE/Empresa.
MINBAS	Unión Eléctrica.	Empresa Energía Renovable	16 UEB en Todo el País.
		Empresa Generación Distribuida.	14 UEB Generación Diesel.
		Empresas de Mantenimiento C.E. Fuel Oil. EMGEF	37 C.E. Generación Fuel Oil.
		Empresa Generación Térmica.	15 UEB en todo el país.
		Empresa Informática UNE. ATI.	8 Centrales Termoeléctricas.
MINBAS	Unión Níquel.	Empresa del Níquel René Ramos Latour.	
		Empresa de Servicio Unión del Níquel. SERCONi.	
		Empresa Puerto MOA.	
		Empresa del Níquel Ernesto Che Guevara.	
	Unión CUPET	12 Empresas perforadoras, Refinadoras y de Comercialización de Combustible.	
SIME		Antillana de Acero	
		Refractarios Habana.	
		Grupo Gases Industriales.	OXICUBA y XIACERO S.A.
Farmacéutico		Grupo QUIMEFA.	CENPALAB. Laboratorios Medsol.
MINAL		Ciego Montero.	
		Los Portales.	

*En Total se establecen 117 Clientes, de 7 ministerios, lo cual indica un nivel de Generalización amplio. En estos momento, se negocian contratos generales con el Grupo GeoMinSal, del MINBAS, y el Grupo Hotelero Cubanacán, perteneciente al Ministerio del Turismo.*

TABLA 3: Listado de Organismos

ORGANISMOS	# CLIENTES
MINAL	3
MINBAS UNE	58
MINBAS NIQUEL	5
MINBAS PETROLEO	3
SIME	7
Farma Laboratorios	8
MINSAP	3
CITMA	3
MINIL	2
TOTAL	92



*Impacto Internacional. Beneficio en las Exportaciones:*

*A partir de los resultados obtenidos por la Tecnología SGestMan© en el mercado nacional, y teniendo en cuenta las condiciones que imperan en la Función Mantenimiento en el Área de América Latina, ya estaban creadas las condiciones para la Exportación del Servicio, teniendo en cuenta que la Tecnología cumplía con los requisitos para competir en ese Mercado ya identificado. Como resultado, la Tecnología se ha aplicado con éxito en varios países de América Latina y el Caribe, como son Brasil, México, Colombia, Perú y República Dominicana. En esencia se han realizado trabajos en Hospitales, Empresas de Servicio y Centrales Azucareros fundamentalmente.*

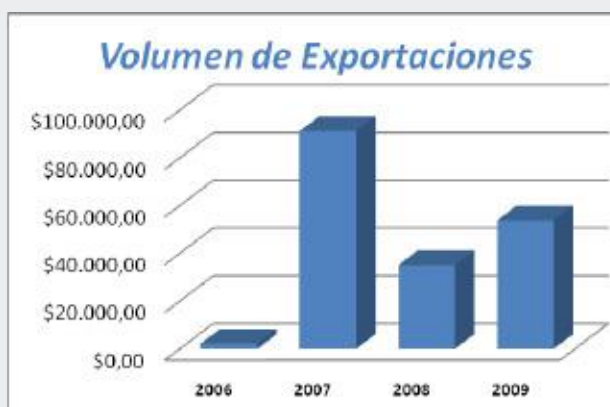
TABLA 4: Listado de Clientes Internacionales.

<b>BRASIL</b>	Central Azucarero Diana Central Azucarero Mundial Central Azucarero Sanagro Central Azucarero Benalcool Central Azucarero Debrasa
<b>MÉXICO.</b>	Hospital "Dr. Juan Graham" Central Azucarero Motzorongo. Hospital de alta Especialidad de la Mujer Hospital Regional Paraíso. Hospital General de Comalcalco. Hospital Huimanguillo. Hospital Jonuta. Equipomex S.A. de C.V. Hospital de alta Especialidad del Niño. Hospital "Dr. Gustavo A. Rovirosa Pérez". Hospital Regional de Alta Especialidad en Salud Mental. Hospital General "Dr. Agustín O'Horán"
<b>COLOMBIA.</b>	Prodicon Ingeniería.
<b>REPÚBLICA DOMINICANA.</b>	Hospital Infantil Arturo Grullón Hospital Materno Infantil San Lorenzo Hospital Dr. Luis E. Aybar Hospital Moscoso Puello Hospital Nuestra Sra. Altagracia Hospital Infantil Robert Reid Hospital Cabral y Baez Hospital Dr. Antonio Musa Hospital Jaime Mota

Los Volúmenes de Venta obtenidos por concepto de exportaciones son:

TABLA 5: Ventas por países.

<i>PAIS</i>	<i>VENTAS USD</i>
Dominicana	\$122 400.00
México	\$ 113 175.00
Brasil	\$51 584.60
Colombia	\$6 000.00
Perú	\$800.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 293 959.60</b>



*Independientemente de las ganancias para el país obtenidas por las exportaciones, la aplicación de la Tecnología SGestMan© influye también en el criterio de la sustitución de exportaciones, y contratos a empresas mixtas radicadas en el país.*

#### **Impacto por Concepto de Sustitución de Importaciones:**

Partiendo de la cantidad de empresas en el Mercado latinoamericano que comercializan productos similares a la Tecnología SGestMan©, y que algunas de ellas tienen presencia en Cuba,

en industrias importantes como la del Turismo, es que se estimó un valor para referenciar el Impacto en la Sustitución de Importaciones. A partir de una Cotización que se entregó a una Empresa Cubana, por la Empresa Consultora y dueña del Software MP System S.A. de México (Ver ANEXO 2) se estimó el siguiente resultado:

TABLA 6: Comparación Económica de la Tecnología SGestMan©.

<b>CONTENIDO:</b>	<b>MP System</b>	<b>SGestMan</b>
<b>Licencia de Software (hasta 25 puestos de trabajo)</b>	<b>US \$ 11, 690.00</b>	<b>US \$ 2,500.00</b>
<b>Consultoría y Asesoría en la implantación (4 semanas)</b>	<b>US \$ 8,000.00**</b>	<b>US \$ 3,500.00</b>
<b>Servicio Posventa</b>	<b>US \$ 8,183.00**</b>	<b>US \$ 1,500.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>US \$ 27,873.00</b>	<b>US \$ 7,500.00</b>
<b>Ahorro para y para el país</b>	<b>US \$ 20,373.00</b>	

**\*\*Estos precios no incluyen gastos asociados a viáticos (alimentación, hotel, transportación de los especialistas)**



Para entender el análisis, se hace la comparación utilizando como Unidad Monetaria el Dólar Americano (US\$). Se evidencia que por concepto de sustitución de importaciones se ahorra por la Empresa que obtiene la tecnología cubana US \$ 20,373.00 como mínimo. Si tomamos una muestra de 10 Empresas del mismo tipo que la analizada en el caso de estudio; reporta ahorros en el orden US \$ 203,730.00. Además, es importante destacar que para las empresas nacionales las cotizaciones de la Tecnología SGestMan© se realizan en moneda nacional teniendo en cuenta las disposiciones que se establecen por el país, según la resolución conjunta 01-2005, con su ficha de costo.

Sobran las razones para establecer que la Generalización de la Tecnología SGestMan© permite impactos positivos en ahorros y beneficios para Cuba en general y en particular para la empresa Inversiones Gamma S.A.

### **BENEFICIOS SOCIALES, TÉCNICOS Y ECONÓMICOS. EMPRESAS CUBANAS.**

Para ejemplificar los beneficios obtenidos en las empresas cubanas, tomaremos como referencia tres de los sectores que más influencia presentan con la explotación de la Tecnología SGestMan©. Estos sectores son los Energéticos, el sector Minero (Níquel) y el Petróleo.

Para esto, utilizaremos tres (3) indicadores establecidos como los más representativos en la Gestión del Mantenimiento actual, y a partir de los cuales se pueden identificar fuentes de ahorro de recursos y mejoras técnicas sustanciales.

#### **Beneficios Sociales:**

Independientemente a que la utilización de los métodos y herramientas que tiene implícito la Tecnología SGestMan© garantiza resultados técnicos y económicos que pueden beneficiar el ámbito social y nacional, es importante definir los siguientes elementos como factores sociales que han obtenido mejoras importantes:

1. Se ha recuperado la disciplina

tecnológica de la actividad de mantenimiento a partir de los procedimientos y métodos de trabajo que se implementan con la aplicación de la tecnología.

2. Se ha elevado el nivel técnico-profesional de los departamentos de mantenimiento. Más de 650 profesionales de 150 industrias del país se les ha transferido la Tecnología. Esto implica un alto nivel de capacitación en técnicas relacionadas con la Gestión del Mantenimiento, análisis de datos, estudios de tendencias y toma de decisiones.

3. Se ha creado una fuente de empleo con la operación y administración del sistema GMAC y sus herramientas informáticas.

4. Se ha creado un hábito en el llenado de la documentación técnica y económica, fuentes de datos primarios para cualquier estudio y análisis que se desee desarrollar en las empresas. Se estableció el Documento Orden de Servicio (OS) como documento primario dentro de la Gestión del Mantenimiento.

5. En los departamentos de mantenimiento hoy más del 75% de las tareas administrativas se realizan utilizando la computadora, permitiendo importantes ahorros en material de oficinas y tiempo de estudio, análisis y toma de decisiones.

6. Se ha elevado considerablemente la cultura tecnología y por ende lo que se hace llamar Cultura de Mantenimiento en el País. Independientemente a estos resultados, sobresalen los impactos técnicos y económicos para las empresas cubanas, como los que se muestran a continuación.

#### **Beneficios Técnicos y Económicos:**

Como ya se definió, tomaremos como referencia los sectores Energéticos, Petrolero y del Níquel como referencia, a partir de tres indicadores importantes. No obstante, destacaremos otros resultados a partir de la información generada por otras empresas importantes como son Ciego Montero, Hospitales, Laboratorios farmacéuticos y empresas de la Industria Sideromecánica.

#### **Sector Energético:**

Incluye las 8 Centrales Termoeléctricas, así como

las Empresas de Generación Distribuida referente tanto a la Tecnología Diesel como a la Tecnología Fuel Oil.

*Indicador: Relación OS Avería vs. OS MPP.*

Este indicador es el encargado de relacionar la cantidad de tareas de Mantenimiento que se ejecutan como averías (problemas NO previstos) y aquellas acciones que son planificadas para evitar la ocurrencia de fallos. Se establece bajo la siguiente ecuación de cálculo:

$$\text{Ecuación \#1: \% OS Avería} = \frac{\#OS\ Avería}{\#OS\ TOTAL} * 100\%$$

$$\text{Ecuación \#2: \% OS MPP} = \frac{\#OS\ MPP}{\#OS\ TOTAL} * 100\%$$

Para el caso del Sector Energético, el resultado que se muestra es el siguiente:



El análisis de este gráfico, establece un 42.58% para acciones de Mantenimiento NO Previstas y un 57.42% para acciones Planificadas. Este valor, aunque aún no llega a lo establecido por los estándares internacionales, sí permite establecer un incremento sustancial, teniendo en cuenta que la aplicación de la Tecnología SGestMan© aún no pasa de los 2 años de explotación.

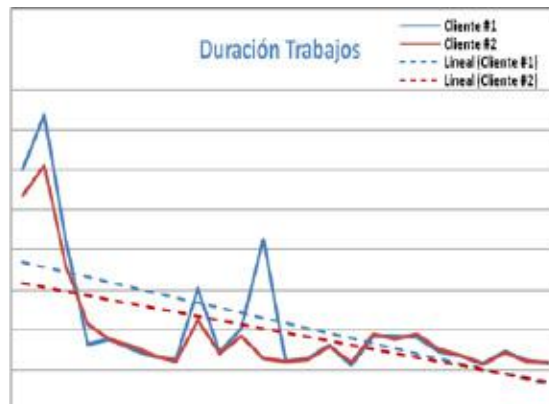
No obstante, el seguimiento mensual de este valor, nos permite identificar fuentes de ahorro interesantes. Tomando en cuenta esto, y estimando los ahorros en tiempo debido a la

reducción de las paradas NO Previstas, se puede estimar un ahorro unitario de 128.52 MW al año, para Objetos de Capacidad Nominal de 1.7 MW. Este incremento en la Disponibilidad de Generación implica un ahorro monetario estimado de \$11 566.80 al año. Este dato se convierte en la esencia de establecer esta comparación. Claro está, cuando se llegue a valores cercanos a los estándares (30-70%), los ahorros por años no serán de tal magnitud.

*Indicador: Duración de los Trabajos.*

Este indicador permite calcular la duración promedio (horas, días, etc.) de las intervenciones de Mantenimiento ejecutadas sobre los objetos productivos o de servicio. A partir de aquí se establece una tendencia que trae como resultado primario la organización de las acciones, disminuyendo los tiempos de espera y la duración de los Trabajos. Implica pues, que disminuyendo el tiempo entre la ocurrencia de Avería (o inicio de la acción Preventiva) hasta que se entrega el objeto a producir nuevamente, estamos incurriendo en la disminución de Pérdidas de Producción por demoras en los trabajos de Mantenimiento. Este tiempo, es el encargado de determinar el % de indisponibilidad inherente a la función Mantenimiento. Así pues, los datos encontrados nos muestran:

$$\text{Ecuación \#3: DURACIÓN} = \frac{\sum(\text{Fecha}_{FIN} - \text{Fecha}_{INI})}{\#OS\ TOTAL}$$



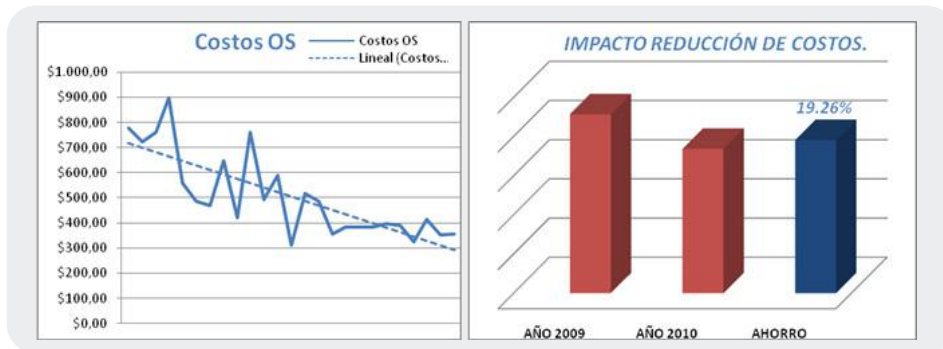
Según el gráfico, la tendencia es a la disminución de los tiempos de trabajo, resultado fundamental de la organización del

Mantenimiento y de la capacidad de respuesta técnica de los ejecutores. Estos valores arrojaron como resultado un ahorro estimado de 198.95 MW al año (Objetos de 1.7 MW), lo que implica ahorros económicos de \$17 905.50.

**Indicador: Costos de OS.**

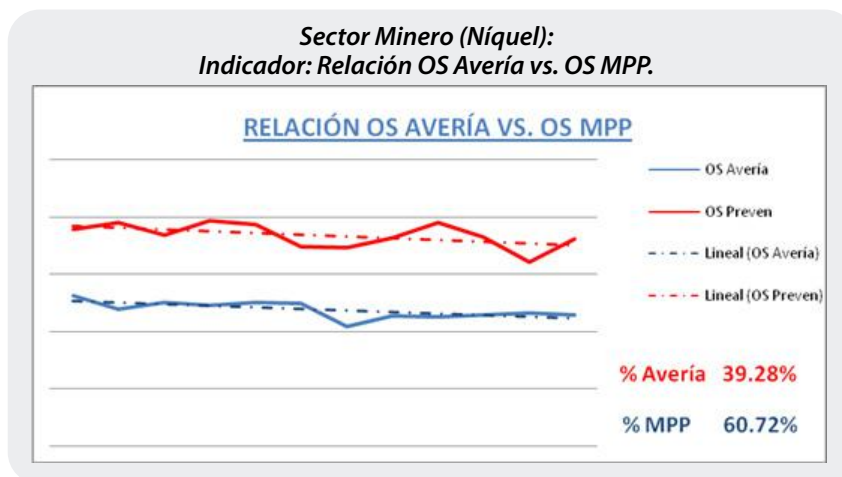
Identificar los ahorros en recursos a partir de la información contenida en las Ordenes de

Servicios, se ha convertido en el elemento fundamental de cálculo de ahorros económicos en la Función Mantenimiento. Según la información que se ha generado en las OS de las empresas analizadas, este ahorro se puede lograr desde el mismo momento en que se comienza la explotación de la herramienta SGestMan©. Los resultados obtenidos para el sector energético son:



Evidentemente, el comportamiento de los costos en las OS tienen una tendencia a la disminución. Si se establece este valor en un 19.26% estamos hablando de que la implementación de la Tecnología SGestMan© y la herramienta informática tiene el Impacto deseado. Este porcentaje implica un promedio

de \$390.00 al mes, que, comparado con los \$4 279.00 CUC de costo de una intervención de Mantenimiento Preventivo, podemos inferir un ahorro considerable. Para el resto de los sectores a analizar, utilizaremos los mismos indicadores, por lo que los análisis generales son muy parecidos.



En este caso, la relación entre % Averías y OS MPP, se establecen siempre a favor de las Órdenes Preventivas, puesto que el Sector Minero (Níquel) tiene más de 10 años de

experiencia en la utilización de las tecnologías informáticas en la Gestión de la Función Mantenimiento. Aquí se establece la relación 39.28% vs. 60.72%, superior al Sector Energético.



Estimando la reducción de los Tiempos de Paradas NO Previstas y tomando en cuenta que la capacidad de producción promedio de estas plantas es de 32 000 TON/Año, podemos inferir

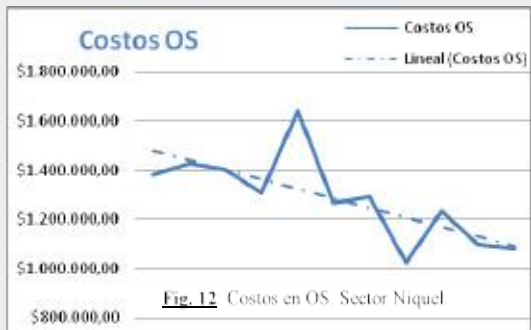
que los ahorros estimados son de 1990.86 TON (que representa 6.26%), lo que implica ahorros monetarios de US \$751 200.00, estimando el costo de la Tonelada en \$950.00 US\$/TON.

**Indicador: Duración de los Trabajos.**



**Fig. 11: Comportamiento Duración de los Trabajos.**

**Indicador: Costos de OS.**



**Fig. 12** Costos en OS. Sector Niquel



**Fig. 13** Ahorros en Costos en OS

Obtener un ahorro de 16.04% en los Costos de Mantenimiento, cuando se lleva 10 años utilizando las herramientas GMAC, es un dato muy importante. Si estimamos el costo de Mantenimiento anual en 12 millones de Dólares (promedio de este tipo de empresa) estamos hablando que se ahorra cerca de US \$1 924 800.00 por año.

Continúa en la próxima edición

**AUTOR:**  
 Autores: MsC. José Antonio Rodríguez Ramírez.  
 Ing. Orestes Treto Cárdenas.  
 Ing. Ibis Rodríguez Sierra.  
 Ing. Nilvet Díaz Rigueira.  
 Ing. Ernesto Burgos Matamoros.  
 Lic. Juan Carlos Machín Pérez.  
 MsC. Erol Isaac Zabiski Duardo.  
 Institución: Empresa Inversiones Gamma S.A. CITMA.

# Aplicación De La Tecnología De Inspección Basada En Riesgo (IBR) Para La Generación De Planes Óptimos De Inspección A Equipos Estáticos En La Industria Del Petróleo Y Gas (II Parte)

## INTRODUCCION

En el mundo industrial una de las mayores preocupaciones recae sobre el diseño, selección y determinación de una adecuada política y estrategia de mantenimiento e inspección de los equipos estáticos, ya que estos tienen como riesgo la posibilidad de presentar una fuga externa del producto manejado y las consecuencias asociadas a la misma; como parada de alguna línea productiva, costos asociados a daños ambientales ocasionados, pérdidas de productos, mantenimiento o cambio de la estructura dañada, además de comprometer la seguridad del personal que labora en las cercanías del equipo o tubería, es por esto que a fin de reducir los niveles de riesgos asociados y costos operacionales, se hace necesario implementar metodologías y técnicas que permiten controlar, optimizar, prevenir y predecir la ocurrencia de falla en equipos estáticos; debido a esta situación actualmente se está implementando una Tecnología de Inspección Basada en Riesgo (IBR) para la Generación de Planes Óptimos de Inspección a Equipos Estáticos, basados en estándares internacionales como la práctica recomendada API-RP-580 y 581, y el uso de normas, estándares y prácticas recomendadas API como las 353, 570, 571, 574, 579, 650, 653, 1160 y ASME B31.3, 31.4, 31.8 y 31.8S, adicionalmente otros estándares de empresas del Medio Oriente (Arabia Saudita). Esta metodología se aplica a equipos estáticos como circuitos de tuberías, recipientes a presión, intercambiadores, torres, y tanques de

almacenamiento, cuyo objetivo es definir los niveles de riesgo de cada equipo, basados en la caracterización de la condición actual, mecanismos de degradación o deterioro, características de diseño, condiciones de operación, calidad y efectividad de las actividades de mantenimiento e inspección y las políticas gerenciales, así como las consecuencias asociadas a las potenciales fallas. Una vez definida la jerarquización de los equipos o tuberías de acuerdo a su nivel de riesgo, se determinan las actividades de inspección y frecuencias o fechas de ejecución, considerando los mecanismos de deterioro presentes y como punto final se realiza una optimización del programa de inspección en marcha OSI, lo cual permite determinar la cantidad requerida de puntos de inspección para cada equipo o circuito de tuberías.

## CONTINUACIÓN

### **Cálculo de consecuencias económicas por fuego y explosión, toxicidad, sustancias no inflamables no tóxicas**

Para la realización de esta evaluación se deberá evaluar el área de afectación junto con el costo de los equipos y su costo de reparación, que se verán afectados dentro de esta área. Para el caso de daños al personal se evalúa de la misma manera con la densidad poblacional que se puede ver afectada por esta área de afectación.

### **Cálculo de consecuencias económicas por pérdidas de producción**

Las consecuencias económicas por pérdidas de

producción son estimadas empleando la tabla 5.17 – ESTIMATED EQUIPMENT OUTAGE DE LA NORMA API 581.

**Cálculo de consecuencias ambientales**

La evaluación de consecuencias ambientales es empleada para estimar los posibles efectos por la ocurrencia de un derrame al mar. Estos son evaluados en función del volumen derramado por su costo, expresado en unidades económicas por evento, ver ecuación (3):

$$\text{Volumen derramado} \times \text{costo del producto} = \$ / \text{evento} \dots \text{Ec. (3)}$$

**Cálculo de consecuencias totales**

Las consecuencias totales, son definidas como la sumatoria de cada una de las consecuencias, expresadas en unidades económicas por evento, ver ecuación (4):

$$CF = C_{dinst} + C_{prod} + C_{dper} + C_{amb} \dots \text{Ec. (4)}$$

**Estimación del Riesgo y Jerarquización de Equipos en la Matriz de Riesgo**

En este paso final se determina gráficamente, la ubicación del nivel de riesgo de los equipos analizados en una matriz de riesgo (API 581) de 5 x 5, que presenta cuatro niveles de clasificación de riesgo que son: riesgo bajo, riesgo medio, riesgo medio alto y alto riesgo, tal y como se

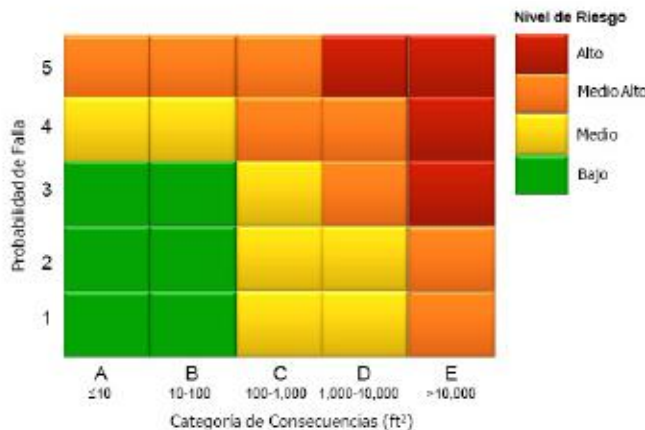


Figura 9. Matriz de Riesgo

En la matriz de la Práctica API RP 581 se muestra una escala del 1 al 5 para la probabilidad de falla,

esta escala indica que los equipos que estén en las categorías 1, 2, 3 y 4 tendrán una probabilidad de falla igual o menor a 1, 10, 100 y 1.000 veces la probabilidad de falla genérica de la base de datos mundial, respectivamente, mientras que los que estén en la 5 tendrán una probabilidad de falla mayor a 10.000 veces la probabilidad de falla genérica.

Como resultado se genera la matriz de riesgo de la metodología IBR. Para mostrar la ubicación de los diferentes equipos en las regiones de la matriz donde se consideran la categoría de frecuencia de falla y la categoría de consecuencia de falla, de acuerdo a las magnitudes expresadas en el análisis de riesgo por equipo. El riesgo determinado es relativo a todos los nodos evaluados en la instalación, considerando como indicador del riesgo, el riesgo financiero, en términos monetarios (\$)/año.

El riesgo es determinado considerando todos los escenarios de falla (fuga 1/4", 1", 4" y ruptura), así como las diferentes categorías de consecuencia consideradas (perdidas de producción, daños al equipo, daños por fuego y explosión, ambientales, etc.).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de los resultados de un estudio de IBR, en donde se puede visualizar la distribución de la cantidad de equipos de acuerdo a sus niveles de riesgo:

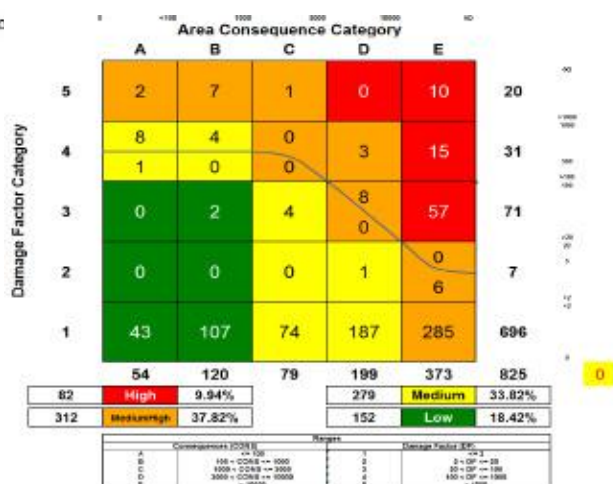


Figura 10. Distribución de la Cantidad de Equipos de acuerdo a su nivel de riesgo



## Diseño de los Planes de Inspección

Una vez identificados los factores de daño de cada equipo podrá identificarse cuál es la influencia de cada uno de ellos en la probabilidad de falla, así como el efecto del alcance de las actividades de inspección adecuadas en la probabilidad de detectar la manifestación del daño. Para ello, en el capítulo 9 del API Pub 581, se especifican las actividades de inspección, su alcance y frecuencias de aplicación de acuerdo a los mecanismos de deterioro presentes y su crecimiento en el tiempo.

El propósito de un plan de inspección es definir las actividades necesarias para detectar el

deterioro en servicio de los equipos antes de que se produzcan las fallas. Adicionalmente se identifican actividades de mantenimiento u otras acciones de mitigación de riesgo que puedan ser aplicadas.

La concepción de una estrategia de reducción de riesgo de equipos estáticos a través de la metodología inspección basada en riesgo, sólo surtirá efecto si las actividades que han sido identificadas como las de mejor efecto de reducción de riesgo, son aplicadas en los activos. Para lo cual se recomienda establecer un mecanismo de control de las recomendaciones derivadas de los análisis a fin de garantizar su cumplimiento.

PLAN DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO							
PLANTA DE GAS XX-2							
Sistema:		GAS DE ALTA PRESION					
Taxonomía:		BR-PCG-QE2-C-GASAPR-DC-01					
Tag:		E-#F-05-001-A					
Descripción:		LINEA QUE VA DESDE LA SALIDA DEL V-05010 A LA LINEA DE 30" DEL CABEZAL DE ALMO DESDE LA VALVULA PV-5011 HASTA LA VALVULA S'D2R					
Riesgo por Daño a Componentes:		AA		Fecha de Emisión:			
Riesgo Toxicoc:		AE		Fecha de Revisión:			
Críticidad de la Tarea	Actividad de Mantenimiento Preventivo y Monitoreo de Condición	1	2	3.- Procedimiento de Inspección	4.- Especialidad es del Personal	ESTIMACIÓN DE TIEMPO	
						DURACIÓN (HORAS)	DISCIPLINA X TIEMPO ESTIMADO
1	Inspección con Ultrasonido Externa	PV04	N	POUV-IM6	N1-UT		
1	Emisión Acustica	PV04	N		OTR		
1	Inspección con Ultrasonido Externa	PV04	N	POUV-IM6	N1-UT		
1	Inspección Visual Externa	PV04	N	POUV-IM5	N1-VT		
Mecanismos de deterioro Activos				Manifestación			
Mecanismo de deterioro: Adelgazamiento por Corrosión Interna				Pérdidas de material interno en forma generalizada o localizada (picaduras)			
Mecanismo de deterioro: Corrosión Externa				Pérdidas de material externo en forma generalizada o localizada (picaduras)			
ACTIVIDADES DE INSPECCION A EJECUTAR							
Procedimientos	Descripción	Texto largo			Frecuencia	Fecha de Inspección	
POUV-IM6	Inspección con Ultrasonido	Cobertura del 50 - 100% de escaneo ultrasonico (automatizado o manual) o rad			2	23/08/2013	
	Emisión Acustica	Ensayo por UT automático de onda transversal del 20 - 100% de las soldadura			2	23/08/2013	
POUV-IM6	Inspección con Ultrasonido	Exploración con más del 95% de la superficie expuesta, con ultrasonido en lug			2	23/08/2013	
POUV-IM5	Inspección Visual Externa	Inspección Visual más de 95% de la superficie expuesta con medidor de profur			2	23/08/2013	
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A EJECUTAR							
Actividad	Descripción	Texto largo					
OBSERVACIONES							
1) Tipo de Mantenimiento:		4)Especialidad		NIVELES			
PV01 = Mantenimiento Correctivo		I	II	III			
PV02 = Mantenimiento General		N1-VT	N2-VT	N3-VT	Emisión Acustica		EA
PV03 = Mantenimiento Preventivo		N1-UT	N2-UT	N3-UT	Ondas Guiadas		OG
PV04 = Mantenimiento Predictivo		Corrientes Inducidas	N2-CI	N3-CI	Campo Remoto		CR
PV05 = Mejora de las Instalaciones		Radiografías	N2-RI	N3-RI	Fuga de campo Mag		FCM
		Metodos Superficiaes	N2-SPM	I3-SPM	Otras		OTR
2) Requiere Paro de Equipo Si / No		5) Nivel de Críticidad					
		1= Alto					
		2= Medio Alto					
		3=Medo Bajo					
		4=Bajo					
		5=Muy Bajo					
3) Procedimientos							
POUV-IM5 Inspección visual de tuberías y equipos.							
POUV-IM6 Medición de espesores por ultrasonido de haz recto.							
POUV-IM10 Inspección de recipientes a presión.							
POUV-IM11 Mantenimiento e inspección del sistema de protección catódica							

Figura 11. Ejemplo del Plan de Inspección

**Optimización de los programas de inspección en marcha (OSI optimization)**

Una vez desarrollado los planes de inspección para cada uno de los equipos o tuberías, el siguiente paso es la optimización del Programa de Inspección en Marcha (OSI Optimization), el cual consiste en determinar la cantidad exacta de puntos de inspección (CML's) para cada equipo, de acuerdo a los mecanismos de deterioro presentes y niveles de riesgo. Este proceso se realiza de acuerdo a las normativas internacionales de referencia de empresas del Medio Oriente – Arabia Saudita. A continuación se muestra la tabla de referencia que es empleada para realizar esta optimización del programa de Inspección en Marcha.

Optimización de CML con Estudios de IBR.						
Nivel de Riesgo	# de CMLs					
	Tuberías (# CMLs por 50 fts)			Equipment (# CMLs por Corriente y Cabezal)		
	Adelgazamiento General	Adelgazamiento Localizado	Agrietamiento	Adelgazamiento General	Adelgazamiento Localizado	Agrietamiento
Alto	4	2	2	1	2	2
Medio Alto	3	2	2	1	2	2
Medio	2	1	1	1	1	1
Bajo	1	1	1	1	1	1

Tabla 3.- Tabla para la Optimización del Programa de Inspección en Marcha (OSI Optimization).

**Análisis de resultados.**

Como producto de las experiencias obtenidas durante el desarrollo de los diferentes estudios de IBR, se muestra a continuación los diferentes productos y resultados obtenidos mediante los programas computacionales empleados en estos estudios de Inspección Basada en Riesgo:

En la siguiente gráfica se muestra el resultado del análisis de riesgo, en donde se puede observar la jerarquización de la cantidad de equipos y tuberías, distribuidos en la Matriz de acuerdo a su nivel de riesgo, también puede observarse una proyección de la distribución de los niveles de riesgo de los equipos si el plan de inspección es implementado y por último la distribución de los equipos de acuerdo a su nivel de riesgo si el plan de inspección recomendado no es implantando, lo que permite y facilita la toma de decisiones para la ejecución e implementación de los planes y programas de inspección resultantes de la aplicación de la Tecnología de Inspección Basada en Riesgo para Equipos Estáticos.

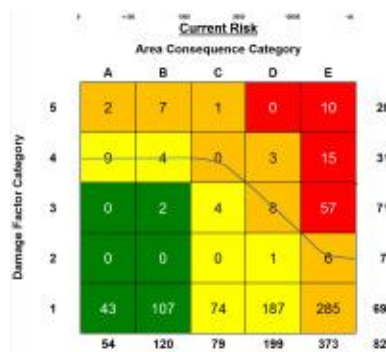


Figura 12. Distribución de la Cantidad de Equipos de acuerdo a su nivel de riesgo.

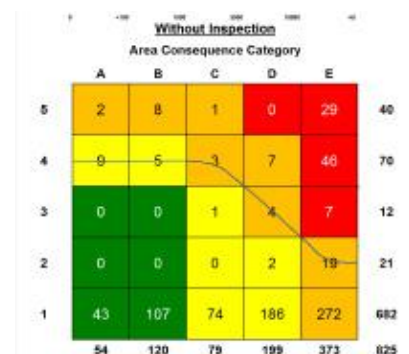


Figura 13. Distribución de la Cantidad de Equipos de acuerdo a su nivel de riesgo, si el plan de inspección no es implementado.

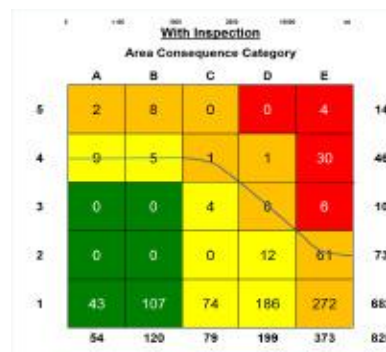


Figura 14. Distribución de la Cantidad de Equipos de acuerdo a su nivel de riesgo, si el plan de inspección es implementado.

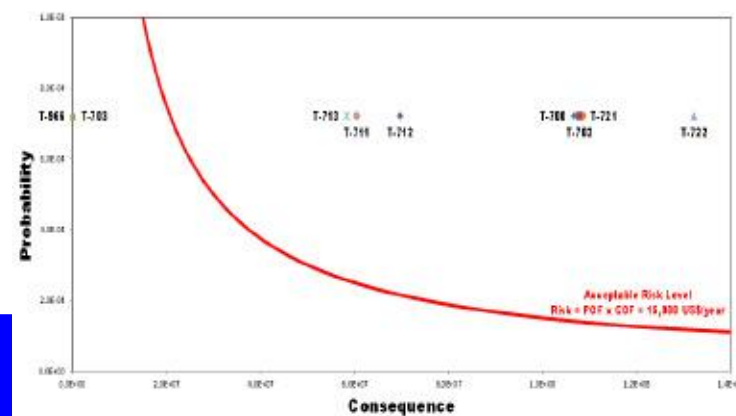
En la siguiente tabla se muestra la distribución porcentual de los niveles de riesgo de los equipos, así como el efecto de la ejecución o no del plan de inspección recomendado por este estudio.

Tabla 4.- Distribución porcentual de la cantidad de equipos de acuerdo a los niveles de riesgo y tomando en cuenta la aplicación o no del plan de inspección.

All Components						
	Current Risk		Without Inspection		With Inspection	
	High	82	9.94%	82	9.94%	40
MediumHigh	312	37.82%	316	38.30%	346	41.82%
Medium	279	33.82%	277	33.58%	290	36.16%
Low	152	18.42%	150	18.18%	150	18.18%
High			0	0.00%	-42	-5.09%
MediumHigh			4	0.48%	33	4.00%
Medium			-2	-0.24%	11	1.33%
Low			-2	-0.24%	-2	-0.24%
High					-42	-5.09%
MediumHigh					29	3.52%
Medium					13	1.58%
Low					0	0.00%

En la siguiente gráfica se muestra un caso específico de la evaluación de riesgo de Tanques de Almacenamiento, en donde se pudo visualizar los niveles de riesgo financieros de estos equipos y su ubicación de acuerdo al límite de riesgo aceptable para la organización.

Figura 15. Ubicación del Nivel de Riesgo de Tanques de acuerdo a la curva de aceptación de riesgo financiero.



En la siguiente gráfica se muestra un caso específico de la evaluación de riesgo de Tanques de Almacenamiento, en donde se pudo

visualizar los niveles de riesgo financieros de estos equipos y su ubicación de acuerdo al límite de riesgo aceptable para la organización.

Unit	Tank	Last Inspection Date	Next Inspection Date (10yrs)	Date to Risk Target (Area=8 ft <sup>2</sup> /yr, CO=16000 USD/yr or DP=600)	Current Risk	Calculated at Insp. Date		Calculated at Risk Target Date		Thinning Inspection Category (API-RP-681)	Inspection Plan Date Re-comm.	Recommendation
						Risk	DF	Risk	DF			
DHTF1	T-700	Aug 1, 2003	Jul 29, 2013	Jun 25, 2013	770,076.4	770,076.4	1.0	770,076.4	1.0	A	Jul 29, 2013	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF1	T-702	Jun 13, 2004	Jun 11, 2014	Jun 25, 2013	778,386.3	778,386.3	1.0	778,386.3	1.0	A	Jun 11, 2014	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF1	T-703	Apr 4, 2004	Apr 2, 2014	Oct 24, 2039	115.4	115.4	1.0	15,000.0	130.0	A	Apr 1, 2019	Extension : T&Is per EIS
DHTF1	T-711	Jul 31, 2007	Jul 28, 2017	Jun 25, 2013	43,610.9	43,610.9	1.0	43,610.9	1.0	A	Jul 28, 2017	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF1	T-712	Jul 4, 2007	Jul 1, 2017	Jun 25, 2013	50,306.6	50,306.6	1.0	50,306.6	1.0	A	Jul 1, 2017	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF1	T-713	May 15, 2007	May 12, 2017	Jun 25, 2013	42,122.4	42,122.4	1.0	42,122.4	1.0	A	May 12, 2017	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF1	T-721	Aug 1, 2007	Jul 29, 2017	Jun 25, 2013	78,354.7	78,354.7	1.0	78,354.7	1.0	A	Jul 29, 2017	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF1	T-722	Mar 6, 2009	Mar 4, 2019	Jun 25, 2013	95,456.4	95,456.4	1.0	95,456.4	1.0	A	Mar 4, 2019	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF1	T-966	Jan 1, 2011	Dec 29, 2020	Jun 25, 2013	58.4	233.5	4.0	2,798.8	47.9	A	Jun 28, 2025	Extension : Baseline thickness measurement to confirm extension
DHTF2	T-800	Nov 4, 2008	Nov 2, 2018	Jun 25, 2013	65,063.8	65,063.8	1.0	65,063.8	1.0	A	Nov 2, 2018	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF2	T-801	Nov 5, 2008	Nov 3, 2018	Jun 25, 2013	65,063.8	65,063.8	1.0	65,063.8	1.0	A	Nov 3, 2018	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF2	T-802	May 13, 2009	May 11, 2019	Jun 25, 2013	187,547.0	187,547.0	1.0	187,547.0	1.0	A	May 11, 2019	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF2	T-810	Nov 4, 2008	Nov 2, 2018	Jun 25, 2013	65,063.8	65,063.8	1.0	65,063.8	1.0	A	Nov 2, 2018	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF2	T-811	Dec 3, 2008	Dec 1, 2018	Jun 25, 2013	65,063.8	65,063.8	1.0	65,063.8	1.0	A	Dec 1, 2018	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF2	T-812	Jun 1, 2008	May 30, 2018	Jun 25, 2013	187,547.0	187,547.0	1.0	187,547.0	1.0	A	May 30, 2018	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHTF2	T-813	Mar 8, 2008	Mar 5, 2018	Jun 25, 2013	187,547.0	187,547.0	1.0	187,547.0	1.0	A	Mar 5, 2018	No Extension : As per EIS:VT + Fbor Scan + UT Inspection
DHBP	T-820	Oct 10, 2012	Oct 8, 2022	Nov 9, 2043	10,067.1	10,067.1	1.0	15,000.0	1.5	A	Oct 7, 2027	Extension : T&Is per EIS

Tabla 5.- Tabla con la reducción del nivel de riesgo de la Planta y el Plan de Inspección.



En la siguiente tabla se muestra el listado de Planes de Inspección, así como las técnicas de inspección, próximas fechas de inspección, riesgo financiero para cada equipo, etc.:

Corporate n	Plant	Unit	Equipment	Component	Thinning_Inspection_Ca	External_Damage_Inspectio	Cracking_Inspection_Cat	RTHA_Inspection_Cat	Insp_Date_Plan_Th	Total_Risk_At_RR_Date	Total_Risk_At_Plan_Date_No
					Category	n_Category	Category	Category	mmms	Inspection	Inspection
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-014	D-014 CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	9.1711856E-02	9.1711856E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-009	D-009 CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	0.1647740	0.1647740
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-003	E-003 SS CL-1	E	E	E	E	2022-09-30	0.8677896	3.377270
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-003	E-003 TS CL-1	A	C	A	E	30/09/2012	948923.74	3498773.14
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-004	D-004 CL-1	E	E	C	E	2013-08-25	3.572810	13.90469
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-008	D-008 CL-1	A	E	A	E	2012-09-30	12.75794	29.01020
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-002	D-002 CL-1	E	E	E	E	2012-09-30	31.52859	122.7048
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-006A	D-006A CL-1	E	E	E	E	2022-09-30	1.010045	3.930501
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-006B	D-006B CL-1	E	E	E	E	2022-09-30	1.014323	3.947550
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-001	D-001 CL-4	A	E	A	E	2012-09-30	57586.76	58550.01
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-008	E-008 SS CL-3	A	E	E	E	2022-09-30	2.5857091E-02	2.5857091E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-008	E-008 TS CL-2	A	C	A	E	2012-09-30	948923.74	3498773.14
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-013	D-013 CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	0.1018742	0.1018742
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-001	E-001 SS CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	2.3985453E-02	2.3985453E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-001	E-001 TS CL-4	A	C	A	E	2012-09-30	948923.74	3498773.14
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-010	D-010 CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	9.3728565E-02	9.3728565E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-007A	D-007A CL-4	E	E	A	E	2012-09-30	472.2989	1838.096
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-007B	D-007B CL-4	E	E	A	E	2012-09-30	472.0789	1837.240
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-011	D-011 CL-2	E	E	E	E	2022-09-30	0.2723642	0.2723642
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-104A	D-104A CL-5	E	E	E	E	2022-09-30	0.3129815	0.3129815
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-104B	D-104B CL-5	E	E	E	E	2022-09-30	0.1498291	0.1498291
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-102	D-102 CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	6.2712059E-02	6.2712059E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-100	D-100 CL-4	E	E	E	E	2012-09-30	12.42739	48.36459
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-101A	D-101A CL-5	E	E	E	E	2022-09-30	0.2678713	0.2678713
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-101B	D-101B CL-5	E	E	E	E	2022-09-30	0.2659647	0.2659647
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	C-100	C-100 TOP CL-4	E	E	E	E	2022-09-30	1.076104	4.187988
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	C-100	C-100 MID CL-4	E	E	E	E	2022-09-30	1.076104	4.187988
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	C-100	C-100 BTM CL-4	E	E	E	E	2022-09-30	1.076104	4.187988
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-101A	E-101A SS CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	2.9683063E-02	2.9683063E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-101A	E-101A TS CL-3	A	C	A	E	2012-09-30	948923.74	3498773.14
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-103A	D-103A CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	2.0948188E-02	2.0948188E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-101B	E-101B SS CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	2.9690159E-02	2.9690159E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-101B	E-101B TS CL-3	A	C	A	E	2012-09-30	948923.74	3498773.14
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-103B	D-103B CL-3	E	E	E	E	2022-09-30	2.1377392E-02	2.1377392E-02
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-102	E-102 IH CL-9	E	E	A	E	2012-09-30	54.31361	211.3781
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-102	E-102 OH CL-9	E	E	A	E	2012-09-30	31.03462	120.7808
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	E-102	E-102 T CL-9	A	E	A	E	2012-09-30	103.1267	131.7014
KGPD	KHURSAIYAH GAS PLANT	K81	D-204A	D-204A CL-5	E	E	E	E	2022-09-30	0.3123868	0.3123868

Tabla 6.- Tabla con la reducción del nivel de riesgo de la Planta y el Plan de Inspección.

Esta tabla muestra los beneficios económicos obtenidos por la reducción del riesgo de la planta y de sus equipos por la ejecución del plan de inspección recomendado:

Tabla 7.- Tabla de Ahorros Económicos por la Implementación del Plan de Inspección.

Tank Farm	Component					Total	% Insp Ext	Estimate Saving by T&I Extension (USD)
	Under Close Monitoring	OSI Interval Reduction	No Extension Interval Insp.	OSI Interval Extension	Recommended Insp. Interval Extension			
X14-DTF1	2	1	61		16	80	20%	220,000
X14-DTF2		4	82			86	0%	0
X14-DBP		1			6	7	86%	50,000
X15-AHBP	1		58		20	79	25%	180,000
X16-QDBP	2		20		12	34	35%	170,000
X17-QLGP		2			14	16	88%	200,000
X18-SBP			24		16	40	40%	100,000
X19-AJBP	7	5	81		18	111	16%	240,000
X20-TBP	3		24	2	74	103	74%	480,000
X27-AFOTF			37			37	0%	0

Por último en la siguiente tabla se muestra los resultados de la Optimización del Programa de Inspección en Marcha (OSI Optimization):

Tabla 8.- Tabla de Resultados de la Optimización del Programa de Inspección en Marcha (OSI Optimization).

Consolidate EQ Type	Equipment_Type	Actual No. of CML's	No. of CML's Added	No. of CML's Reduced	No. Of CML's Definitive
≡ COLUMN	COLBTM	7	2		9
	COLMD	58	4	-12	50
	COLTOP	6	3		9
	<b>Total COLUMN</b>	<b>71</b>	<b>9</b>	<b>-12</b>	<b>68</b>
≡ DRUM	DRUM	128	13	0	141
	<b>Total DRUM</b>	<b>128</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>141</b>
≡ FILTER	FILTER	12	0		12
	<b>Total FILTER</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
≡ FINFAN	FINFAN	518	120	-9	629
	<b>Total FINFAN</b>	<b>518</b>	<b>120</b>	<b>+9</b>	<b>629</b>
≡ HEAT EXCHANGER	HEXTUGE	0	0		0
	HEXSS	186	45	-12	219
	HEXTS	0	0		0
	<b>Total HEAT EXCHANGER</b>	<b>186</b>	<b>45</b>	<b>-12</b>	<b>219</b>
≡ KODRUM	KODRUM	18	2		20
	<b>Total KODRUM</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
≡ PIPE	PIPE-10	33	17	-1	49
	PIPE-12	38	17	-4	51
	PIPE-16	19	15	-5	29
	PIPE-2	22	21	-5	38
	PIPE-4	48	15	-11	52
	PIPE-6	68	28	-10	86
	PIPE-8	16	12	0	28
	PIPEGT16	13	0		44
	<b>Total PIPE</b>	<b>257</b>	<b>156</b>	<b>-36</b>	<b>377</b>
	<b>Total general</b>	<b>1190</b>	<b>345</b>	<b>-69</b>	<b>1466</b>
	<b>Percentage (%)</b>		<b>29.0%</b>	<b>-5.8%</b>	<b>23.2%</b>

### CASOS DE EXITO

A continuación se muestra un listado de los proyectos desarrollados con la aplicación de las bases conceptuales de la Tecnología Inspección Basada en Riesgo (IBR) para la Generación de Planes Óptimos de Inspección a Equipos Estáticos de una Instalación Petrolera:

1. Inspección Basada en Riesgos en una planta de tratamiento y acondicionamiento de Gas Natural, Arabia Saudita, (adjudicado en proceso de contratación)
2. Inspección Basada en Riesgos una planta de fraccionamiento de NGL, Arabia Saudita, (en ejecución)
3. Inspección Basada en Riesgo de ocho patios de tanques para el almacenamiento de productos de Hidrocarburos (64 tanques y 4 esferas), Arabia Saudita, 2013
4. Inspección Basada en Riesgos tres (3) plantas de procesos, Arabia Saudita, 2012.
5. Inspección basada en Riesgo para una planta de compresión de gas natural la empresa Repsol. Venezuela. 2011.
6. Inspección basada en riesgo para ductos y oleoductos de la empresa Repsol. Venezuela. 2011.
7. Elaboración de Planes de Inspección Basado en Riesgo (IBR) para Circuitos de Tuberías Recipientes a Presión de las planta Carrasco, CHACO, Bolivia, 2008
8. Elaboración de Planes de Inspección Basada en Riesgo (IBR) para Circuitos de Tuberías y Recipientes a Presión de las planta La Vertiente, BG, Bolivia 2008
9. Inspección Basada en Riesgo de las plataformas costa afuera Akal C7 y C8, Pemex, México, 2007
10. Elaboración de Planes de Inspección Basada en Riesgo para la plataforma costa afuera MPP, Shell, 2006
11. Desarrollo de una herramienta de integridad que utiliza los modelos de las normas API-RP-570, ASME-31G, Shell-92 y BOI, Shell, Venezuela, 2006
12. Elaboración de guías y Capacitación en la Aplicación de Metodologías de Confiabilidad: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), Análisis de Criticidad (AC), Análisis Causa

Raíz (ACR), Inspección Basada en Riesgo (IBR), Vida Útil Remanente (VUR), Redimensionamiento de Instalaciones (RI), PEMEX – México. Realizado con el IMP. 2006.

13. Estudio Inspección Basada en Riesgo (IBR) para las Plataformas costa afuera: Nohoch-A1 y Nohoch-Enlace, PEMEX, México, 2005

14. Determinación del periodo de inspección basado en Riesgo (IBR) para la Terminal Marítima Dos Bocas, PEMEX, México, 2005.

### CONCLUSIONES

- La Tecnología de Inspección Basada en Riesgo (IBR), permite determinar los niveles de riesgo de los equipos y circuitos de tuberías, así como evaluar las posibilidades de reducción de riesgo de los mismos y así como también determinar los beneficios económicos de la implementación de los Planes de Inspección recomendados en estos estudios.
- Esta metodología permite el direccionamiento de los recursos a las áreas, plantas, sistemas o equipos en donde se encuentra los mayores niveles de riesgo de la planta.
- Esta metodología permite integrar las evaluaciones económicas en conjunto con los análisis de riesgos de los equipos evaluados en estos estudios, facilitando así la toma de decisiones para determinar la mejor estrategia de inspección de los equipos.
- Esta metodología tiene las facilidades de realizar estudios de Análisis Costo Riesgo Beneficio para aplicaciones específicas como tanques, etc.
- Como aspecto innovador con estos estudios se logran optimizar los programas de inspección en marcha y así determinar la cantidad de puntos de inspección requeridos para cada equipo o circuito de tubería.

### RECOMENDACIONES

Tomando en consideración las conclusiones generadas sobre la aplicación de la Tecnología de Inspección Basada en Riesgo (IBR) para la Generación de Planes Óptimos de Inspección a Equipos Estáticos en la Industria del Petróleo y

Gas, tenemos:

- Implantar esta metodología como herramienta en la optimización de planes de inspección y mantenimiento de equipos estáticos, así como la optimización del Programa de Inspección en Marcha.
- Capacitar al personal encargado de la administración y cuidado de los equipos estáticos en la implementación de esta metodología de Diseño de Planes de Inspección Basada en Riesgo.
- Divulgar la metodología empleada para mejorar la toma de decisiones al momento de seleccionar estrategias de inspección y mantenimiento en equipos estáticos.
- Publicar este artículo en revistas de interés sobre el tema, así como su presentación en jornadas de Ingeniería de Confiabilidad, de Integridad Mecánica, etc.

## NOMENCLATURA

CML Localización de Monitoreo de Condición ("Condition Monitoring Location").

DFP Diagrama de Flujo de Procesos (PFD: "Process Flow Diagram").

DTI Diagrama de Tubería e Instrumentación (PID: "Process and Instrumentation Diagram")

IBR Inspección Basada en Riesgo.

MCC Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

OSI Inspección en Marcha ("On Stream Inspection").

PLG Plano de Localización General.

TML Localización de Monitoreo de Espesor ("Thickness Monitoring Location").

## REFERENCIAS

- (1) Yañez, M., Gómez de la Vega, H; Valbuena, G.; "Ingeniería de Confiabilidad y Análisis Probabilística de Riesgo". Reliability and Risk Management, S.A; 2004
- (2) Materán, E.; "Modelo para el Proceso de Toma de Decisiones Basado en el Análisis de Costos del Ciclo de Vida Para Proyectos de Mantenimiento de Equipos Estáticos"
- (3) Riddell, H.; "Training Manual For Life – Cycle Costing". England. The Woodhouse Partnership. 1999.
- (4) Roush M.; Webb W., "Applied Reliability Engineering", vol I, The Center for Reliability Engineering, University of Maryland. College Park. 1999.
- (5) Medardo Y.; Perdomo L. "Ingeniería de Confiabilidad; Pilar Fundamental del Mantenimiento", 2001.
- (6) API-510. Pressure Vessel Inspection Code: Maintenance Inspection, Rating, Repair, And Alteration
- (7) API-RP-580. Risk-Based Inspection
- (8) API-581. Risk-Based Inspection Base Resource Document
- (9) ASME Secc. VIII Div. I. Boiler And Pressure Vessel Code.
- (10) ASME B31.3 Process Piping.
- (11) ASME B31.G Manual For Determining The Remaining Strength Of Corroded Pipelines.
- (12) ASME B31.4 Pipeline Transportation System For Liquid Hydrocarbons And Other Liquids
- (13) ASME B31.8 Gas Transmission And Distribution Piping System
- (14) ASME B31.8S. Supplement to B31.8 on Managing System Integrity of Gas Pipeline.
- (15) API-570 Piping Inspection Code Inspection, Repair, Alteration, And Rerating Of In-Service Piping Systems.
- (16) API-571. Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry.
- (17) Recommended Practice DNV-RP-G101. Risk Based Inspection Of Offshore Topsides Static Mechanical Equipment.
- (18) API-574. Inspection Practices for Piping System Components.
- (19) API 579. Fitness-for-Service.
- (20) API 650. Welded Steel Tanks for Oil Storage.
- (21) API 653. Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction.
- (22) API 1160. MANAGING SYSTEM INTEGRITY FOR HAZARDOUS LIQUID PIPELINES.
- (23) STANDARES O NORMAS DE EMPRESAS DEL MEDIO ORIENTE – ARABIA SAUDITA

### AUTORES:

**Materán L. Elisaúl de J.  
Rojas M. Elimar A.  
Gutierrez U. Edwin E.  
Hernandez M, José A.**



# Detección De Fugas Internas En Válvulas Mediante La Técnica De Ultrasonido (II Parte)

## INTRODUCCIÓN

Las válvulas son dispositivos de control de flujo utilizados en todo tipo de industrias (petroquímica, energía, alimentación, papel, minería, etc.) Existen multitud de tipos, configuraciones y tamaños diseñados según las necesidades concretas de los procesos en que se integran.

Dependiendo del régimen de funcionamiento y las condiciones de operación e instalación, una válvula puede fallar de diversos modos: acumulación de suciedad o depósitos en obturador y asientos, ejes doblados o rotos, fugas en empaquetaduras, rotura de juntas, corrosión y erosión en cuerpo, fallos en dispositivos actuadores o de control, etc. Centrándonos en el caso de las fugas internas, la detección de este tipo de problemas puede suponer un ahorro significativo de costes asociados a paradas de emergencia, pérdidas de producción, disminución de la eficiencia energética e impacto ambiental.

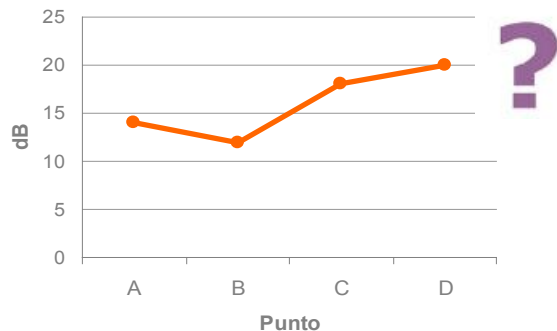
Estudios de campo han demostrado que entre el 5 y el 10% de las válvulas de cualquier instalación industrial presentan alguna sintomatología relacionada con fugas internas. Por ejemplo, las válvulas que manejan vapor y presentan fugas pueden ocasionar considerables pérdidas de energía traducidas en costes elevados. Ni que decir tiene la importancia en el caso de instalaciones que procesan fluidos tóxicos, radiactivos, explosivos, combustibles o corrosivos y que

supongan un riesgo para la integridad de las personas, las instalaciones o el medio ambiente. Por tanto, eliminar o minimizar estas fugas ha de ser considerado como un objetivo prioritario en empresas que basan su filosofía de mantenimiento en el seguimiento de la condición de sus activos.

## CONTINUACIÓN

### Ensayo indeterminado

En ocasiones, la presencia de ruido de fondo impide diagnosticar adecuadamente una válvula, bien porque enmascare el ultrasonido generado por la propia fuga o bien por la alta intensidad del mismo que impide llegar a conclusiones acertadas. En estos casos puede resultar útil modificar los filtros del equipo de ultrasonidos a fin de desprestigiar determinados rangos de frecuencias, pero por lo general es un problema insalvable que se convierte en una de las limitaciones propias de esta técnica.



**Selección de los puntos de inspección**

El método ABCD se puede complementar con medidas adicionales (E,F,...) en diferentes puntos de la válvula, en función del tipo y dimensiones. El disponer de lecturas complementarias permite realizar un diagnóstico más preciso.

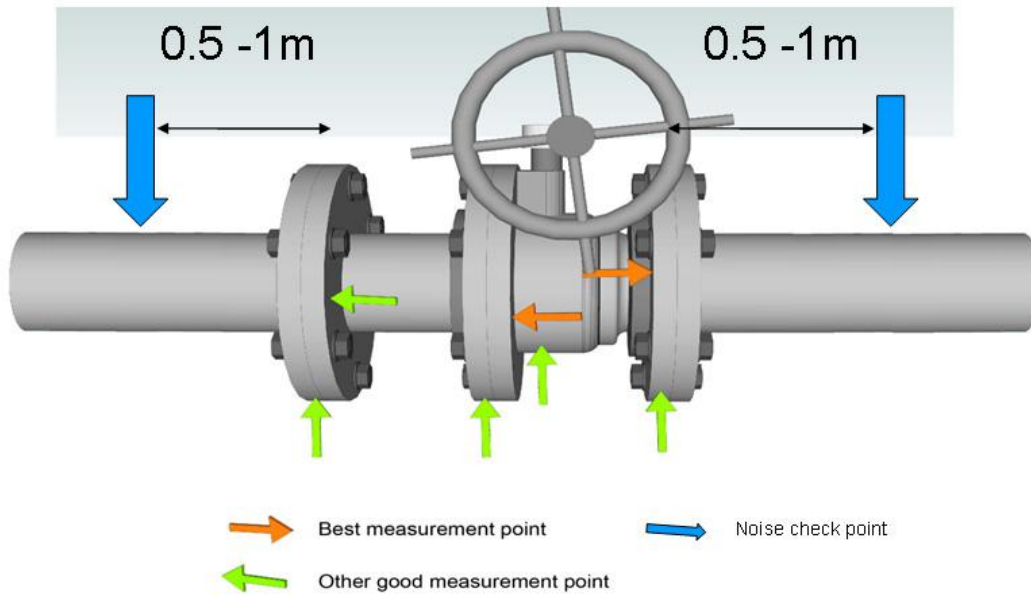


Ilustración 17. Puntos de inspección recomendados en una válvula de bolasa

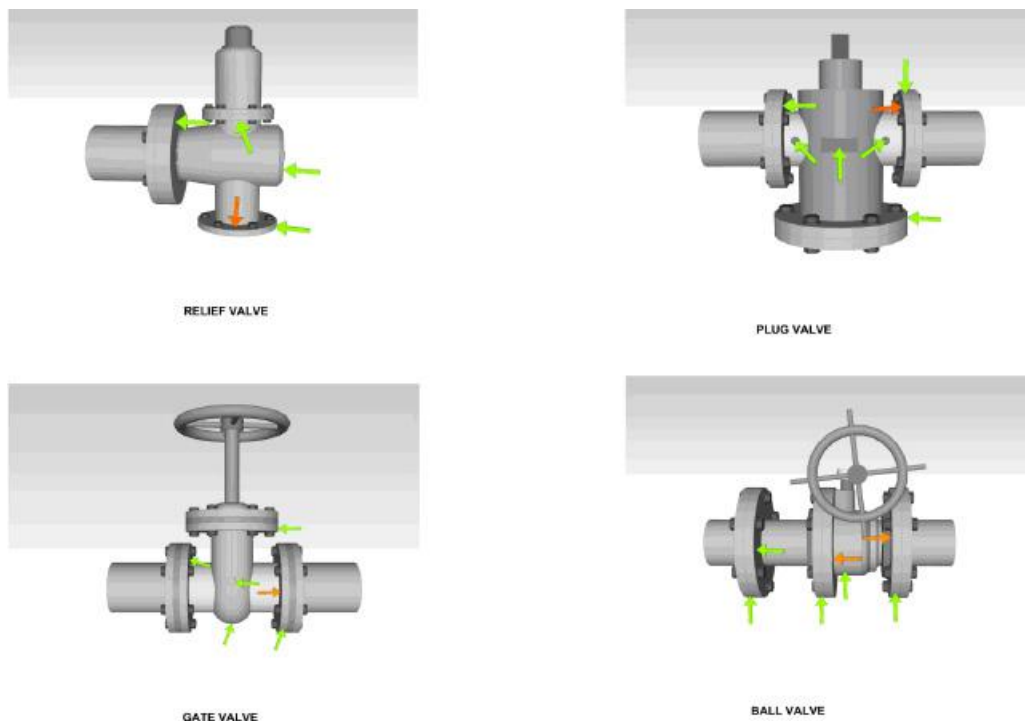


Ilustración 18. Puntos de inspección recomendados en otros tipos de válvulas

## Consideraciones adicionales

### Selección de la frecuencia

En la mayoría de los casos, las señales ultrasónicas generadas por una fuga tienen un amplio rango de frecuencias que, sumadas, constituyen el típico ruido blanco característico de una fuga y, en ocasiones, de mayor intensidad que cualquier componente audible presente. Muy pocas veces una fuga particular suele tener una frecuencia característica tanto en el dominio audible como en el ultrasónico. Es muy difícil predecir la respuesta en frecuencia de una válvula en particular para una fuga en particular. Factores como la dimensión, forma de cuerpo y asientos, obturador, tipo de fluido, viscosidad, área de paso, caída de presión, etc. influyen en la respuesta final.

No obstante, los equipos de ultrasonidos modernos permiten seleccionar la frecuencia de corte, e incluso rangos de frecuencias, a fin de discriminar información de escaso interés.



Ilustración 19. Selector de frecuencias en equipo de ultrasonido

### Selección del sensor

Es muy útil utilizar en un principio el sensor magnético en aquellas válvulas donde sea posible debido a su alta sensibilidad, facilidad de uso y mejora de la repetitividad. Si los resultados obtenidos no son convincentes, utilizar el módulo de contacto para una inspección más amplia. No obstante, la presión ejercida en el punto de medida así como el ángulo de incidencia en el caso de los módulos de contacto de varilla pueden alterar la lectura final.



Ilustración 20. Módulo de contacto de varilla y módulo magnético

### Circuitos de alta presión

Los sistemas que trabajan a altas presiones producen intensos niveles de ultrasonido que se propaga con facilidad por las estructuras (tuberías, soportes, válvulas, depósitos, etc.) En estos casos pudiera ser complejo determinar la presencia de una fuga interna en una válvula, ya que el nivel de fondo de ultrasonido es muy elevado en comparación con el generado por la fuga. La experiencia del operador y el método comparativo ABCD es el más recomendable en esta situación.

### Consideraciones finales

-Es recomendable que los puntos ABCD tengan secciones similares (mismo o similar DN) En caso contrario, es la experiencia del inspector y el registro de datos históricos el mejor indicador del estado de la válvula

-Tener en cuenta el sentido del flujo para aplicar adecuadamente el método ABCD

-Verificar que la válvula está realmente cerrada y que no procede ruido audible de la misma. Si tal fuera el caso, no sería necesaria la inspección ultrasónica. De hecho, en grandes fugas pudiera haber una baja intensidad de ultrasonidos.

-Procurar inspeccionar con el módulo de contacto ejerciendo siempre la misma presión y ángulo sobre el punto a inspeccionar. La variación de los mismos provoca modificaciones en las lecturas y dificulta la repetitividad de las medidas. Si se dispone, utilizar un módulo magnético

-Es muy importante por parte del inspector, familiarizarse con los sonidos procedentes de válvulas en buen y mal estado

-En la medida de lo posible, las inspecciones las ha de realizar el mismo operador

-Ajustar los valores de sensibilidad y frecuencia a fin de obtener un sonido "limpio" libre de ruidos procedentes de otras fuentes competidoras

-Comparar válvulas similares adyacentes

-Registrar la presión de trabajo y temperatura de proceso en el momento de la inspección, pues condicionará los resultados en caso de variaciones

-Tener en cuenta que la viscosidad y densidad



del fluido, dependientes de su temperatura, influyen en la turbulencia del fluido en las zonas de fuga

-Conocer el proceso y las posibles fuentes de ultrasonido competidor

-Anotar todos los resultados y observaciones adicionales en la hoja de campo

-Realizar las inspecciones siempre en los mismos puntos

-Prestar atención a todas las recomendaciones de seguridad (fluidos peligrosos, salpicaduras, contacto con temperaturas extremas, gases, etc)

-Identificar la válvula problemática en campo con una etiqueta

-Realizar una inspección visual de la válvula una vez diagnosticada para corroborar los hallazgos

Es especialmente necesario tomar las precauciones de seguridad necesarias a la hora de inspeccionar válvulas que operan a altas temperaturas o con fluidos peligrosos, no solo por los riesgos a que se ve expuesto el operador sino por el hecho de que pueden afectar o dañar la electrónica del equipo.

Por otro lado, hay multitud de mecanismos adicionales que condicionan la forma en que una válvula con fugas genera ruido ultrasónico: tipo de degradación de la zona de cierre, resonancias estructurales, ultrasonido de procesos próximos, etc. Como ya se ha indicado, la técnica se puede complicar cuando se trata de inspeccionar sistemas hidráulicos o redes de vapor debido al alto ruido de fondo.

### **Estimación del caudal de fuga y pérdidas económicas**

Los equipos de detección de ultrasonidos no se fabrican siguiendo un estándar mundial, por lo que determinadas características de diseño de los mismos, como la sensibilidad, son propios de cada fabricante. Por este motivo, tampoco es posible establecer con facilidad una metodología de cálculo de los caudales de fuga en función del ruido ultrasónico de la válvula. Algunos fabricantes, basándose en su propia experiencia y en datos empíricos han creado

algoritmos para la estimación de los flujos de fuga y las pérdidas económicas asociadas a los mismos. No obstante, sí se puede afirmar que cuanto mayor sea el diferencial de amplitud en dB en la zona de cierre de la válvula con respecto a otros puntos de la misma, tanto mas severa será la fuga.

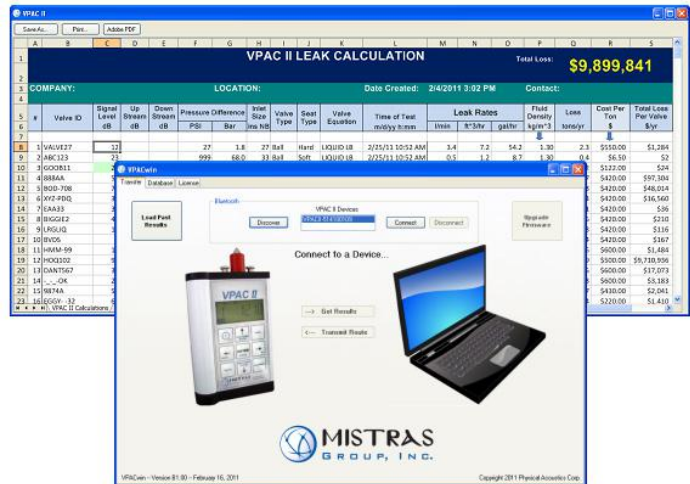


Ilustración 21. Software propietario para estimación de fugas y pérdidas económicas

Como cabe esperar, la detección y la cuantificación de las fugas puede conducir a ahorros significativos, maximización de la eficiencia de la planta y protección del medio ambiente así como una mejora sustancial de las actividades de operación y mantenimiento. En definitiva, un aumento de la fiabilidad de las instalaciones.

### **Un ejemplo de equipo de inspección: UESystems UP2000**

En el mercado existen multitud de marcas y modelos de instrumentos de inspección de ultrasonidos. El equipo analógico del fabricante UE-Systems (modelo UP2000) capaz de detectar ultrasonido en el rango 20-100KHz. Para la inspección se emplea un módulo de contacto con el que se palpan determinados puntos de la válvula a fin de medir el valor en dB de ultrasonidos. También puede usarse el módulo magnético a fin de garantizar una mejor repetitividad de las lecturas, pero solo es posible utilizarlo sobre materiales ferromagnéticos.



Ilustración 22 Equipo de ultrasonidos UP-2000fia

Puesto que el equipo UP2000 es analógico y no muestra una lectura directa en dB sino en una escala de intensidad 0-100%, es necesario ajustar la sensibilidad a una lectura de, aproximadamente, el 50% de la escala con respuesta lineal y banda fija. Esto es lo que se conoce como ajuste de la línea base y se realiza en los dos primeros puntos A-B del método de inspección ABCD, anotando en ese instante el correspondiente valor de sensibilidad. La intensidad de sonido de la línea base se compara posteriormente con el punto de prueba C. Como ya hemos visto, el punto de prueba D se toma a fin de asegurar que no hay otra fuente de ultrasonidos ajenos a la fuga en sí misma y

procedentes de otras fuentes. Si la lectura D es más alta que C, significa que dicho ultrasonido competidor existe y es de gran amplitud y, por tanto, el ensayo no es concluyente. Esto mismo es aplicable a cualquier otro equipo analógico del mercado cuyo principio de funcionamiento sea similar.

Puesto que el equipo UP2000 no da en dB su salida de intensidad, se ha de utilizar la curva de respuesta para el módulo empleado. Esta curva relaciona la sensibilidad al 50% de la escala con su valor en dB, que es el valor registrable.

**Registro y documentación de inspecciones**

El registro histórico de las inspecciones para su posterior estudio y documentación es una parte esencial en cualquier programa de mantenimiento predictivo.

Para obtener (y registrar) los valores en dB es necesaria la optimización del método en cada válvula. Esto significa realizar las inspecciones utilizando la configuración óptima del instrumento que a su vez vendrá dada la

experiencia del inspector y las condiciones particulares de proceso. El registro de estos valores de configuración asegurará la repetitividad de las lecturas en sucesivas inspecciones.

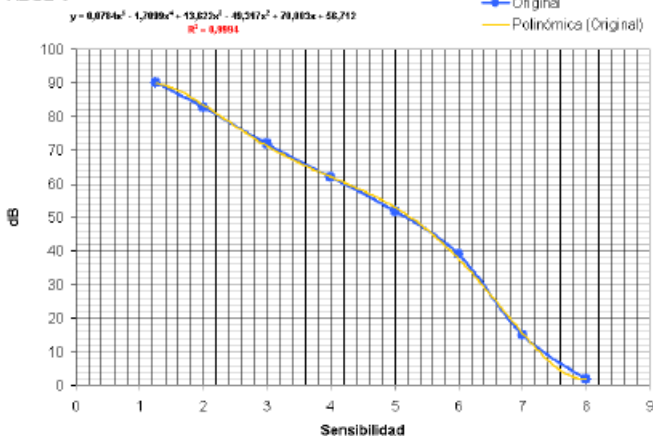
CURVA DE CONVERSIÓN MÓDULO DE CONTACTO CON NÚMERO DE SERIE: ADSL-1

X	Y
Sensibilidad 1,25	90
2	85
3	72
4	62
5	53
6	39
7	15
8	2

Calculados
90
84
71
62
53
37
15
0

**Procedimiento de medida:**  
 Ajustar el dial al 50% y apuntar el valor de sensibilidad correspondiente en el punto de medida.  
 La curva de respuesta calculada mantiene su respuesta coherente en el rango de sensibilidad 1 a 7.  
 Si el rango se sale de ese intervalo, calcular visualmente el valor correspondiente en la curva original.

**ADSL-1**



Introducir los valores medidos en las celdas en color verde

Sensibilidad	Calculados
Punto A 1	89
Punto B 2	84
Punto C 3	71
Punto D 4	62
Punto E 5	53
Punto F 6	37

Ilustración 23. Curva de conversión

**Registro y documentación de inspecciones**

El registro histórico de las inspecciones para su posterior estudio y documentación es una parte esencial en cualquier programa de mantenimiento predictivo.

Para obtener (y registrar) los valores en dB es necesaria la optimización del método en cada válvula. Esto significa realizar las inspecciones utilizando la configuración óptima del instrumento que a su vez vendrá dada la experiencia del inspector y las condiciones particulares de proceso. El registro de estos valores de configuración asegurará la repetitividad de las lecturas en sucesivas inspecciones.

Es recomendable que en el formulario de registro de cada válvula aparezca:

- La configuración del instrumento de medida
- El tipo, la presión y temperatura del fluido de proceso
- El tipo de válvula
- Fecha de la inspección
- La orden de trabajo
- Identificación de la válvula
- Las secciones en cada punto de inspección
- Los valores en dB de cada punto
- Otra información relevante

El sistema de registro ha de permitir generar informes históricos, así como la planificación de las inspecciones. Por otro lado, se ha de reportar a la dirección de la empresa los potenciales beneficios en términos de fiabilidad y ahorro de costes conseguidos con los planes de inspección.

A continuación se muestran algunos informes de ejemplos reales:

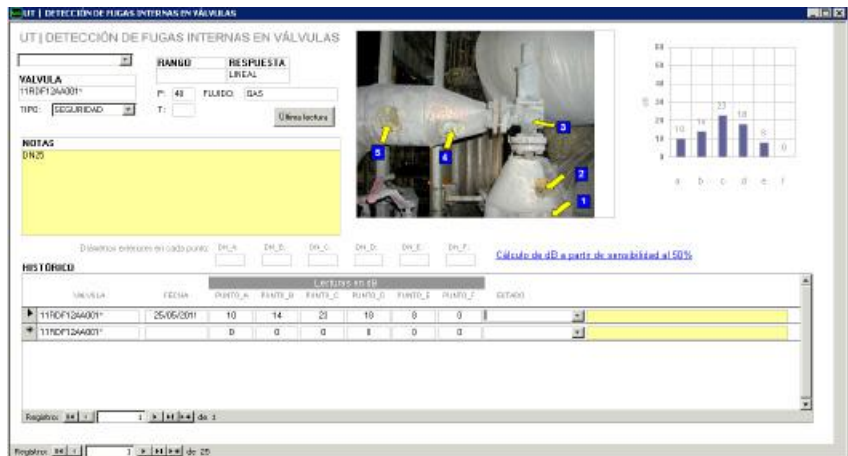


Ilustración 24 Registro de inspecciones

<b>Informe de Inspección de Ultrasonidos</b>	Documento	IN-0223-540
	Fecha	10-mar-06
	O.T.	ELC-0223-P
	Página	1 de 17

Identificación del equipo o instalación		Instrumento empleado	
Denominación	Conjunto de válvulas frontera con antorcha	Tipo	Analizador de Ultrasonidos
Referencia	Ver listado adjunto	Marca	UE Systems
Ficha máquina		Modelo	Ultraprobe 10,000 MPH
Fabricante	varios	Nº Serie	100505
Modelo		Fabricante	UE Systems Inc.
Cliente		Accesorios	Estetoscopio de contacto
Planta		Software	Ultratrend DMS v1.31 Spectralyzer v1.11
Instalación			

<b>Inspector</b>			
Nombre		Nº Certificado	UET2004413
Calificación	Airborne Ultrasound Level I	Inspector ID	ACN
Organismo	UE Training Systems	Norma	UEQ-TC-1A (ASNT-TC-1A)
		Fecha	1-ene-05

<b>Parámetros de la inspección</b>			
Origen	OT Anarta	OT Anarta	OT Anarta
<input type="checkbox"/> Fallo detectado	ELC-0223-P	Estado a la recep.	Montado en planta
<input type="checkbox"/> Mal funcionamiento		Contacto	
<input checked="" type="checkbox"/> Inspección periódica		Condición del equipo durante la inspección	Ref. cliente
<input type="checkbox"/> Otros		En servicio	O.T. 69146
		Fuera de servicio	Num autorizac.
			41074
			Fecha Inspección
			08-mar-06

<b>Tipo de inspección de ultrasonidos</b>		<b>Documentos incluidos en este informe</b>	
<input type="checkbox"/> Detección de fugas		Nº Documento	Hoja
<input checked="" type="checkbox"/> Inspección de válvulas		Parámetros inspección	1
<input type="checkbox"/> Purgadores / Vapor		Resumen elementos	2
<input type="checkbox"/> Inspección eléctrica		Resultados válvulas	3 a 16
<input type="checkbox"/> Inspección mecánica: Rodamientos		Certif. de inspector	17
<input type="checkbox"/> Inspección mecánica: Engrase			
<input type="checkbox"/> Inspección mecánica: Engranajes y otros			
<input type="checkbox"/> Otras inspecciones			

<b>Descripción general de la inspección</b>		<b>Seguridad</b>	
Inspección ultrasónica para la detección de fugas en válvulas frontera con antorcha.		EPI's	Casco, gafas, guantes, calzado
		Zonas	Isla Gasificación-Desulfuración
		Riesgos	Mecánicos - Ergonómicos
		Eq. Protec.	Detector gases tóxicos
		Observac.	Sin incidencias

**Comentarios**

Técnica empleada: Inspección multipunto, (aguas arriba, en válvula y aguas abajo)

La frecuencia de inspección se ha establecido en 30 kHz

Elaborado	Aprobado		Sello Anarta
Departamento	Director Técnico	Departamento	
Firma	Fecha	Firma	Fecha
	10-mar-06		

Ilustración 25 Parámetros de inspección



<b>Informe de Inspección de Ultrasonidos</b>		Documento	IN-0892-940
		Fecha	28-ago-09
<b>Válvulas</b>		O.T.	ELC-0892-P
		Página	11 de 19

Información de componente inspeccionado					
Item	11	Componente	Válvula	Tipo	Seguridad
Descripción	Seguridad línea salida gas crudo de RKB10AC001		Marca	LESER /4522 H2	
Referencia	RKB11AA901	Ubicación	11UNH0502	Isla	R
Presión diseño	160 bar	Fluido	Gas sintético	Proceso	RK
Diámetro nominal	DN 25	Observaciones			

**Detalle de puntos de inspección**

Puntos de control

- 1 Aguas arriba
- 2 Aguas arriba
- 3 Válvula
- 4 Aguas abajo
- 5 Aguas abajo

**Estado**

**OK**

**Resultados inspección**

Instrumento	UP 10,000	Tipo detector	Escala	Módulo de contacto
Respuesta	Medium	Offset	0	Relativa
			Nivel de alarma	120 dB

Punto	Ubicación	Sens.	Frec. (kHz)	Valor (dB)	Observaciones
1	Aguas arriba	40	30	31	
2	Aguas arriba	44	30	29	
3	Válvula	50	30	21	
4	Aguas abajo	50	30	20	
5	Aguas abajo	52	30	19	

**Conclusiones**

Válvula sin síntomas de fuga.

*Comentarios*

Ilustración 26 Informe de válvula sin fugas

<b>Informe de Inspección de Ultrasonidos</b>		Documento	IN-0223-540
		Fecha	10-mar-06
<b>Válvulas</b>		O.T.	ELC-0223-P
		Página	7 de 17

Información de componente inspeccionado					
Item	5	Componente	Válvula	Tipo	Mariposa
Descripción	Válvula ctrl gas crudo a antorcha		Marca	BOMABA	
Referencia	11RKA17AA001	Ubicación	11UNH0501	Isla	R
Presión diseño	63 bar	Fluido	Gas sintético	Proceso	RK
Diámetro nominal	DN 400	Observaciones			

**Detalle de puntos de inspección**

Puntos de control

- 1 Aguas arriba
- 2 Aguas arriba
- 3 Válvula
- 4 Aguas abajo
- 5 Aguas abajo

**Estado**

**!**

**Resultados inspección**

Instrumento	UP 10,000	Tipo detector	Escala	Módulo de contacto
Respuesta	Medium	Offset	0	Relativa
			Nivel de alarma	120 dB

Punto	Ubicación	Sens.	Frec. (kHz)	Valor (dB)	Observaciones
1	Aguas arriba	20	30	78	Ruido externo amplificado por fuga anterior
2	Aguas arriba	20	30	75	
3	Válvula	20	30	74	
4	Aguas abajo	20	30	80	
5	Aguas abajo	20	30	77	

**Conclusiones**

Válvula con fuga importante de gran caudal

*Comentarios*

Válvula revisada en OT 60973

Ilustración 27 Informe de válvula con fugas

## Monitorización remota

Algunos procesos industriales pueden requerir la monitorización de fugas en tiempo real de determinadas válvulas críticas. Un ejemplo lo constituyen las válvulas de seguridad, las cuales, tras un disparo pudieran no cerrar adecuadamente debido al mal posicionamiento del obturador al retornar a su posición de reposo. Habitualmente, los métodos tradicionales para la determinación de la presencia de una fuga interna han sido la presencia de ruido en el rango audible o la combustión del gas en antorcha. Obviamente estos métodos resultan del todo ineficaces y

suelen generar impactos negativos tanto para el medio ambiente como a nivel de costes operativos. Por otro lado, si el técnico de mantenimiento es incapaz de determinar si la válvula se ha posicionado adecuadamente en su posición de cierre tras un disparo, pudiera verse tentado a planificar una actividad correctiva innecesaria (mecanizado de tobera, lapeado de asientos, sustitución del muelle, etc.) Actuando así, deja indisponible el sistema y genera un gasto evitable. Es por los motivos expuestos que un sistema de detección online de fugas internas se convierte en una potentísima herramienta para minimizar los costes y aumentar la fiabilidad de las válvulas críticas de cualquier

proceso industrial. Además, un sistema online de detección:

- Reduce las falsas alarmas o errores de diagnóstico del operador
- Permite cumplir con determinados requisitos medioambientales que establece el marco legislativo
- Reduce las emisiones
- Aumenta la eficiencia energética
- Minimiza los procesos de erosión y corrosión debidos a la presencia de fugas
- Mejora la imagen corporativa

#### Descripción del sistema

La posición adecuada para situar los sensores es la más próxima a la fuente de ultrasonido (zona de cierre de la válvula) y en una ubicación donde se minimice el trayecto que ha de recorrer la onda ultrasónica hasta el detector. Por otro lado, se ha de procurar un contacto íntimo entre la superficie del sensor y la válvula. Aunque no es necesaria una preparación especial de la superficie, sí es conveniente eliminar la película de pintura o depósitos de óxido. El método de fijación del sensor puede ser atornillado, mediante uso de flejes o abrazaderas o incluso con adhesivos especiales.

A la hora de parametrizar y optimizar el lazo de medida es necesario tener en cuenta otras posibles fuentes de ultrasonido competidor o ruido de fondo tales como:

- Flujos de vapor en tuberías de acompañamiento (trazado de vapor)
- Fugas atmosféricas próximas
- Fugas o purgas adyacentes de aire de instrumentos
- Válvulas de control cercanas
- Accesorios próximos tales como codos, tes o reducciones, que originan turbulencia en el flujo

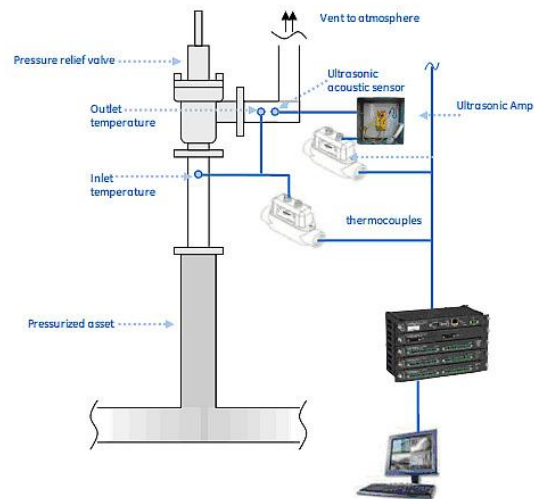


Ilustración 28 Configuración del sistema en una válvula de seguridad

El lazo de medida constará del elemento sensor, acondicionador de señal, transmisor, cableado de campo, barreras galvánicas o zéner en caso necesario y tarjeta de adquisición de datos dinámicos. También es posible, aparte de la señal de ultrasonido, incluir otros instrumentos de medida, como termopares, para complementar el diagnóstico. La adecuada configuración de estos lazos de medida ha de tener como objetivo final generar una alarma en la sala de control que alerte de la presencia de una fuga y minimizar los tiempos de respuesta para intervenir sobre la misma, así como un histórico lo suficientemente rico.



Ilustración 29 Disposición de sensores en una válvula de seguridad

Por otro lado, la salida del sensor debería ser una señal digital, debido a las ventajas de las señales digitales frente a las analógicas. Los sensores han de disponer de una salida RS485, RS232, Modbus, así como la opción de relé y salida estándar 4-20mA. Mediante el uso de la opción digital, es posible una comunicación bidireccional con el sensor, permitiendo al operador cambiar los ajustes de forma remota. Además, en el caso de determinadas industrias como la petroquímica, se hace necesario la instalación de lazos intrínsecamente seguros mediante el uso de barreras zéner o de aislamiento galvánico.

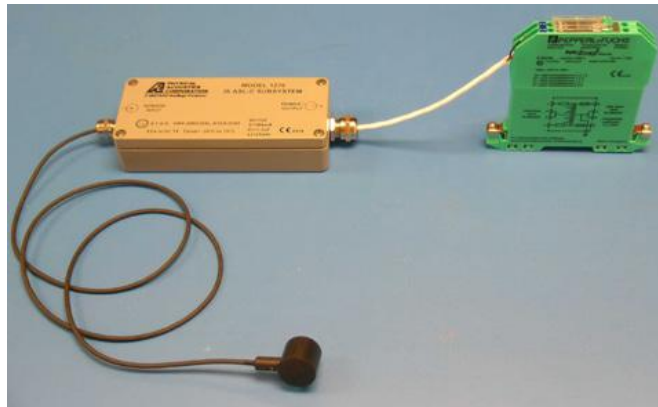


Ilustración 30. Sensor, transmisor y barrera de un lazo de monitorización

El siguiente gráfico muestra los ciclos de apertura y cierre de una válvula de seguridad timbrada a 5.5 bar. Como puede observarse al final de la curva, llega un momento en que la válvula no retorna adecuadamente a su posición de cierre y provoca una fuga interna detectada por el sensor de ultrasonidos, que alerta al operador de sala de control.

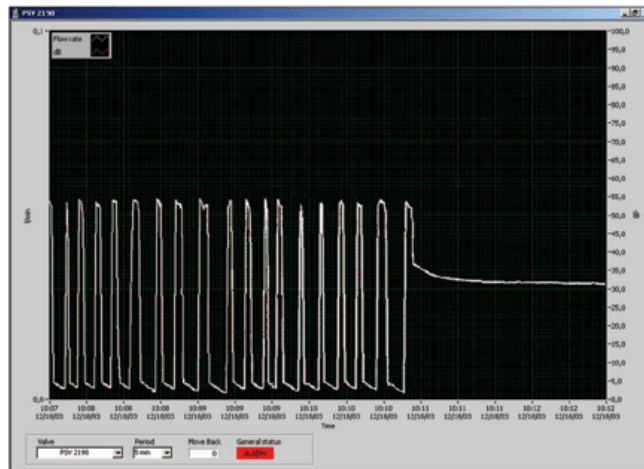


Ilustración 31 Ciclos de apertura y cierre de una válvula de seguridad y posición de fallo

**NORMATIVA**

Como ensayo no destructivo, para la inspección de fugas con ultrasonidos existe actualmente una práctica recomendada designada como ASTM E1002 - 11 Standard Practice for Leaks Using Ultrasonics, cuyo contenido es el siguiente:

Practice A—This practice is useful for locating and estimating the size of pressurized gas leaks, either as a quality control test or as a field inspection procedure. It is also valuable as a pretest before other more time consuming and more sensitive leak tests are employed. It should not be used exclusively to locate highly toxic or explosive gas leaks.

Practice B—This practice is useful for locating leaks in systems that are not under pressure or vacuum as either a quality control or a field inspection procedure. It is not useful for estimating the size of a leak. It is also valuable as a pretest before leak tests using pressurized gas methods and more sensitive leak tests are employed.



**VENTAJAS E INCONVENIENTES**

Algunas de las ventajas e inconvenientes de la inspección de ultrasonidos son las siguientes:

- Inspección no invasiva
- Método simple y seguro
- Utilización de instrumentación portátil
- Medidas on-line, en tiempo real y determinación del estado de forma inmediata
- Reducción de costes de mantenimiento
- Discrimina sonidos no ultrasónicos
- Perfecto para fugas de bajo caudal
- Muy sensible
- Aumento de la fiabilidad de válvulas
- Monitorización medioambiental de las fugas
- No válido para fugas de pequeño caudal inaudibles
- Necesario contacto con el elemento a inspeccionar
- No adecuado para muy altas temperaturas
- No válido en fugas de régimen no turbulento

Como conclusión podemos decir que las técnicas más utilizadas para la detección de fugas son la termografía infrarroja y el ultrasonido de contacto. Ambas, que son complementarias, presentan ventajas e inconvenientes y en ningún caso son infalibles, pues están muy condicionadas por diversos factores. No obstante, su aplicación conjunta constituye un método efectivo para la detección de un problema tan común en la industria como son las fugas internas en válvulas, lo que supone un aumento de la fiabilidad de las instalaciones y una minimización del coste de mantenimiento asociado a las mismas.

**BIBLIOGRAFÍA**

[www.uesystems.com](http://www.uesystems.com)  
[www.isa.org](http://www.isa.org)  
[www.sdt.eu](http://www.sdt.eu)  
[www.mistrasgroup.com](http://www.mistrasgroup.com)

**AUTOR:****Antonio Abejaro Soto**

INTERVIEW

# TERRENCE O'HANLON

CULTURE  
IS THE  
BIGGEST  
CHALLENGE  
FOR  
ASSETS  
MANAGEMENTS



*World-renowned expert in Assets Management, editor of UpTime Magazine and two websites, and predictive maintenance consultant, he talks exclusively for Predictiva21 about his passion for spreading this knowledge and his convictions about the paradigm changes to create a better world.*

Maintenance and reliability integrate one of the most complex branches of engineering. Its reach increases exponentially as the production systems get more and more sophisticated. Maintaining and managing assets has become one of the most preferred areas within the industrial activity, but paradoxically experts in the field are very scarce.

One of the most emblematic personalities in the maintenance world is Mr. Terrence O'Hanlon. As expert in the field, Terry O'Hanlon, has developed several strategies to spread the importance of maintenance worldwide and how to make this knowledge reach great masses of people. As Senior Editor of UpTime Magazine and the websites [www.reliabilityweb.com](http://www.reliabilityweb.com) y [www.confabilidad.net](http://www.confabilidad.net), O'Hanlon has also been an outstanding organizer

of congresses, speaker, lecturer, inventor and author of the passports for SMRP certification. In exclusive interview for Predictiva21, he talks about the importance of overcoming resistance, generate changes and promote maintenance policies as a proven formula to generate prosperity and development.

All the way from Florida, Terry sends warm regards to Hispanic America and all the Predictiva21 readers through an audiovisual (which will soon appear in our website) where he briefly expresses part of his vast experience throughout his many years in business, in which his concern for maintenance and asset management have been a constant.

**Predictiva21: As a specialist in the area of Maintenance, what drove you to create mass media like Up Time Magazine and Reliabilityweb.com?**

**Terrence O'Hanlon:** We wanted to provide information that was typically not available for the existing publications. I was very acquainted about the topics consulted by the experts, the authors and authorities on the subject who even had books published. I'm talking about people who typically give conferences, workshops, educational activities. So I thought about sharing all this information with a global audience who would benefit through the use of Internet. Simultaneously, a third generation of maintenance and many of the current reliability techniques became more and more known and better implemented, and we wanted to make sure that a medium to share this information with the people who needed it would exist. That's how this idea of maintenance knowledge globalization took shape, through the magazine and the website.



**P21: In one of your articles published at <http://www.maintenance.org/blogs/1>, you quote a phrase from John Lennon about changing the world, and you relate it with the reliability community and the possibilities of inducing changes in this professional segment. How do you think these changes can take place, specifically, within the community of reliability professionals?**

TOH: We have always thought that reliability brings what we call financial prosperity, which leads to saving unnecessary costs, to avoid spending on machines that would fail before time through reliability, as well as increasing the production capacity, so that the financial arguments we propose are always present. This is what we call the triple flow of People, Planet and Profit: financial prosperity, environmental sustainability and social responsibility. Organizations nowadays can't just focus on financial prosperity, even though they necessarily have to, but also have additional obligations of looking for environment sustainability and social responsibility in local, regional, and global communities in which they are immersed. Thus, we think that reliability allows organizations to keep their commitment of allowing this triple flow. In other words, organizations can and must use reliability to allow financial prosperity. But there's something we think is not being taken in account within the community, and that is not using reliability to ensure the sustainability of the environment. What we mean with this is that when a process uses more energy or resources than the necessary, it should be considered a failed model. We don't have the right to use more energy or materials than is required in a process, because the next generations have the right to use that energy and materials, and if we respect the future of the planet, our children and grandchildren's future, we have to make sure that they count on that energy and materials we don't have the right to waste. From reliability we can determine the appropriate use of these resources. And finally, the other element we must mention is social responsibility. What we are really trying to do is focus on the lack of maintenance reliability leaders in the world. There are many areas with few financial opportunities, and we think that through the use of Uptime Elements, people who are aware of this triple flow can connect it with some of the deficiencies in maintenance leadership in the world. And that is how we currently practice or promote social responsibility.

**P21: Do you think there is resistance in some enterprises to apply reliability-centered maintenance? Why?**

TOH: You may put it in the context of resistance, but it would be easier to understand that, usually, reliability-centered maintenance requires changes. And there is always resistance to change. This is an element of deficiency in the adoption of reliability-centered maintenance, and is a difficult time-consuming process, except for the most experienced facilitators. I think it's a common mistake from the organizations to use this as an exercise of engineering, and what I mean by this is there are, of course, amazing engineering skills required for the analysis of RCM and its implementation. However, most of the changes resulting from the analysis of RCM are related to people, their culture and behavior, and I think that not paying attention to the human side of reliability-centered maintenance makes many of these projects fail. So, in summary, an activity to improve business must be considered, and not an activity to improve maintenance.

**P21: Which strategies do you consider more appropriate to impulse positive changes in the reliability area within an organization? Do you think is appropriate to hire external consultants?**

TOH: I'm a great believer in hiring external consultants. We do it even in our own company when we want to impulse big changes. And one of the reasons is that many of the consultants are experts in change processes, that is, their experienced is based on the topic for which they are consulted. They are also experts in administrating the change that will take place in people and their culture, and they are also experts in implementation. And that is what sometimes lack in some organizations whose abilities are centered in some particular topic, but not in managing the change and implementation. So consulting can help facilitate change management, implementation, and if well-thought, as a vehicle of communication towards people who are at a high management level or at inferior levels as well. It is possible to use consulting as a bridge of communication. For me, that is one of its best uses, so the answer is: hire a consultant when you are about to make an important change.

**P21: You have been an expert in Assets Management, and you were the only U.S. representative for the ISO 39 Task Group which wrote the ISO-17021-5 standard requirement of competence for auditing, and the certification of ISO 55000 standard for assets management systems. How was this experience and what has it meant for you as a professional?**

TOH: Actually, there was another U.S. participation by Mr. Scott Morris, so there were two North Americans involved, although Scott was the one in charge of keeping the other seven members of the team in action. I can say that I developed a great respect for the people directly involved in ISO, the international organization for standardization, since they helped facilitate this and taught us a lot about the writing standards. That standard was written in five days, very fast compared to the writing of ISO 55000 in which I participated and which took three years. We worked every day, all day long, with the help of experts. I learned about the global infrastructure for auditing and certification, operational frames management like ISO 9000 and ISO 14000, or ISO 50000 for energy management. Then, basically, it's important to learn to write these standards so that the existent infrastructure eventually receives and applies their expertise in auditing and certification to the new ISO 55000 assets management standards. It was like a learning process on how to adapt this new great management system to an existent infrastructure of auditing, registration and certification offices, but without necessarily involving experience in assets management. This way, we were learning how to keep the integrity of the 55000 standard, but at the same time, we wanted to make an existing infrastructure visible to share it through the certification agencies.

**P21: You have also been a remarkable inventor, creating and patenting equipment for controlling health on line and monitoring patients with ailments like hypertension. How did you come up with this idea? Could you tell us more about this? What applications and impact has this had in the medical industry?**

TOH: Indeed, I have developed a patent for monitoring health conditions on line, mainly centered on blood pressure. I have been involved in technology licensing at AT&T Laboratories. It happens to be a very sensitive system, and it can be used for the blood flow which can be correlated with arterial pressure. There were other applications besides this one, for example, to determine the general cardiovascular health in a person. This was created in a moment the use of personal computers was hard to imagine, so the concept was based in allowing the arterial health monitoring, including blood pressure, to be stored in a centralized database, in order to be compared with a population whose same information was being included in this system. The particular thing about this patent consisted on being a sensitive detection system for arterial health and blood pressure, allowing comparisons with those of other populations. It was a very interesting project and I was honored to be part of it.

**P21: You have also been a speaker, spreading the knowledge and awareness about the importance and advantages that Assets Management offers throughout the world to the high management of any enterprise. How has this experience been? What achievements have you had with this effort?**

TOH: I consider myself a student more than a professor. I am an eager learner when it comes to reliability management and assets management, but I admit it's one of my favorite activities: having the opportunity to speak with top managers about these topics, since they don't usually talk about them directly. So, I like to use Uptime Elements to explain the context of reliability in a way that makes sense to the high management levels. What I mean by this is that, from an engineering perspective, we refer to the reliability maintenance and assets management content. For 30 to 45 years, we have worked with these individual reliability maintenance contents. What we try to do with Uptime Elements is to create a context for a reliability frame that leads to the creation of an assets maintenance management. And it's wonderful to be able to talk to people within these organizations who can make it possible, who can assign resources, align people in the whole organization of values implied in the assets maintenance management. It's one of my favorite things, because it can empower the triple flow that we talked about before, through this reliability frame.



**P21: Currently, you lead the Association for Maintenance Professionals. Which are your most important activities that you develop from it? What are its contributions to the future generations of Assets Management professionals?**

TOH: We have created a knowledge system that represents reliability and competence using the Uptime Elements frame, and we call it CRL (Certified Reliability Leader). It is based on a knowledge body that includes 29 brochures, passport style, one for each element of the Uptime Elements system. Also, there are five books written by internationally renowned experts on the subject, all of it connected in what we call a travelling guide for the CRL explaining the philosophy of the system. But I must say it is not a philosophical system, but a system focused on promoting values: reinforcing safety with success, and the triple flow. Hence, the Association for Maintenance Professionals has the only mission of developing, creating and generating what we call CRL, and we feel that if we can generate at least 1,000 CRL centered on the triple flow, we can have the impulse to obtain results in order to change the world.

**P21: Finally, how do you think assets management and reliability will evolve in the world?**

TOH: We just finished what we consider the biggest study on assets management. Almost one thousand enterprises around the world shared with us what would be their investment in the next five years and their challenges regarding assets management, and the results of this survey are very clear, with some points I could share right now. In a few weeks, the report will be available, and we hope that our friends from Predictiva21 can share the link that distributes this report. Culture is the biggest challenge for assets management and reliability maintenance, this being supported by 40% of the reliability management leaders in this study. The other point that was well stated is that reliability is critical for assets management. In other words, there are two separated practices, but reliability enables assets management, and assets management enables reliability. In essence, what both allow the owner of the assets to take the best decisions on maintenance, be it an intervention based on time, or an intervention based on conditions or a failure, or if it's time to plan a capital to replace the asset. A structured frame is needed to take good decisions and carry them on. Last but not least, it's important to know that a majority of the maintenance management and reliability community is going to adopt this ISO 31000 frame to understand and manage the organizational risks, and also Uptime Elements for the management of assets and reliability. We see a great momentum for the implementation of these frames.



TEXTO:  
Alimey Díaz M

TRADUCCIÓN:  
Richard Skinner

FOTO:  
Cortesía Terrence O'Hanlon Team

**PROFESSOR JAVIER BLASCO:**  
**A PRACTICAL AND ACCESSIBLE MASTER  
FOR A WORLD IN CONSTANT EVOLUTION**

*The coordinator of Master in Rotative Equipment at the University of Zaragoza, Spain, reveals Predictiva21 the details from this high studies proposal which has been so well accepted worldwide.*

*Rotative equipments happen to be one of the most important aspects of the industry in general, and their applicability and use is present in almost all the activities inherent to production. These equipments are, within the industry, the ones in charge of managing the pressure change in any oil, gas or water system, hence the vital importance of studying and understanding them.*

*Regarding this, the University of Zaragoza, Spain has created a Master in Rotative Equipment, whose virtual character has made it a reference in international studies. Its coordinator, Professor Javier Blasco, talked to Predictiva21 about this pedagogical initiative and the impact it has had among the fourth level students.*

1

**P2t: How and when is the Rotative Equipment post-graduate born?**

*Javier Blasco: In the summer of 2012, Engineer Daniel Méndez, Head of Department of Rotative Equipments from INITEC – Técnicas Reunidas, contacted me to assess the possibility of implementing a post-graduate course at the University of Zaragoza (UZ), destined to rotative equipment engineers. We met in Madrid and immediately connected and gave the go to a proposal well received by the UZ. This allowed the first edition of October 2013.*

**P2t: What event or market need boosted the creation of this studies segment? How have the studies of rotative equipments evolved in time?**

*JB: Engineer Rafael Méndez commented that in Spain it was complicated to find engineers trained on rotative equipments. Daniel knew other internationally known Masters but they didn't work on line. Rotative Equipment technology has evolved rapidly since the development of airplane turbines, which has made the need of understanding this world more necessary for any engineer who would like to specialize in this area. Studies in this field were originally proposed on a regular attendance mode; however, with the globalization of internet we have considered offering a worldwide masters online. Our main difference with the rest of the other masters is that ours is very practical and each instructor is specialized because they regularly work on the subject they teach.*

2

3

**P2t: How has this masters been received? What is the impact you consider it may have among the new professionals in the field?**

*JB: The first edition (October 2013) had two hundred followers. From this group, we selected the best fifty. Finally, 36 engineers enrolled. We thought that the engineers formed by the UZ will have an excellent preparation to perform with great confidence in the Department of Rotative Equipments from any engineer, refinery, petrochemical or related field within the Oil & Gas Renewable Energies.*



**P2t: What is the maximum amount of students you allow and where do they mainly come from?**

*JB: The maximum number of students is 40. We have engineers from all over the world: from Canada to Malaysia, including Spain, Nigeria, Pakistan, Egypt, India and Lybia.*

4

5

**P2t: Doesn't the fact that the Master is offered in the on line mode represent an inconvenience for real-scenario study cases, like those at the companies? How do you give it a practical/ experimental character?**

*JB: This has not been a problem at all. The students have the possibility of establishing a high degree of interaction with their professors. Two meetings are arranged via web conference for each module. Also, the professors are always available to clarify the doubts during the forums. The masters has a predominantly practical focus since its beginnings: the majority of the professors are engineers with vast experience in different engineering and petrochemical areas. Besides, the students face practical exercises based on real cases at the industry.*

**P2t: This Masters has incorporated enterprises like SIM and Hitachi to enrich the educational process. How has this experience been? What can the students expect from this interaction with such highly qualified professionals in this area?**

*JB: The participation of enterprises like the ones mentioned has been very beneficial for the students since it allows them to know the last advances in engineering of rotative equipments first hand.*

6

7

**P2t: You were part of the supporting team at the Rotative Equipment, Reliability and Maintenance Conference which took place on April this same year. What did this experience mean to you? What can you tell us about the conference, its development and impact among your audience?**

*JB: For Engineer Daniel Méndez and me, it was a real honor to be chosen for this position. Our job was to select the topics to be discussed during the conference and suggest specialists who would talk about each one. This conference allowed us to be in touch with many professionals and companies from the field.*

**P2t: Just as you have incorporated expert enterprises to enrich and raise the quality of the Master, have you thought about the possibility of having exchanges with other universities that possess specializations in the field?**

*JB: We know that these collaborations would be very enriching for the professors and alumni of the master as well. For this reason, we don't discard establishing contacts in the future.*

8

## 9

**P2t:** Within the chain of value of a service company, rotative equipments are considered highly critical for being exposed to extreme conditions, although not being the most expensive, and shutting them jeopardizes any operation. How do you view this particularity of the rotative equipment (and their role in the chain of value) in your pensem?

*JB: Within the pensem, there are two subjects considering this aspect: Life Cycle Cost Analysis and Reliability. These two modules give the students the necessary criteria and the tools that enable them to evaluate the impact of rotative equipment in real situations within a process plant.*



*Rotating Equipment*

**JAVIER BLASCO:**

University professor with research background (1993 -2004) and a profile oriented towards the industry (2007 – now). Currently: Associated Professor, University of Zaragoza, Zaragoza (Spain). School of Engineering and Architecture. Masters in Piping Engineering, since 2013. Masters in Rotative Equipment, since 2013. Consultant at the International Institute of Plan Design and Engineering, Holland. Masters in Problem-Based Learning, University of Aalborg (Denmark), 2012.

*TEXT:*  
*Alimey Diaz Martí*

*TRANSLATION:*  
*Richard J. Skinner*

*PHOTOS:*  
*Courtesy of Prof. Javier Blasco*

## ASOCIACIONES MANTENIMIENTO MUNDIAL

- |  |  |
|--|--|
|  <b>ABRAMAN</b><br>Associação Brasileira de Manutenção<br><a href="http://www.abraman.org.br">HTTP://WWW.ABRAMAN.ORG.BR</a>                                       |  <b>AEMA</b><br>Asociación Peruana de Mantenimiento<br><a href="http://www.aemaperu.com">HTTP://WWW.AEMAPERU.COM</a>                                      |
|  <b>ACIEM</b><br>Asociación Colombiana de Ingenieros<br>Bogotá, Colombia<br><a href="http://www.aciem.org">HTTP://WWW.ACIEM.ORG</a>                               |  <b>AEMI CHILE</b><br>Asociación Chilena de Mantenimiento<br>MAILTO: RIOSA@ENTELCHILE.NET   |
|  <b>ACIMA</b><br>Asociación Costarricense de Ingeniería de Mantenimiento<br><a href="http://www.acimacr.com">HTTP://WWW.ACIMACR.COM</a>                           |  <b>AMGA</b><br>Asociación Mexicana De Profesionales En Gestión De Activos Físicos<br><a href="http://www.amga.org.mx">HTTP://WWW.AMGA.ORG.MX</a>         |
|  <b>AEM</b><br>Asociación Española de Mantenimiento<br><a href="http://www.aem.es">HTTP://WWW.AEMES</a>   |  <b>APMI PORTUGAL</b><br>Associação Portuguesa de Manutenção Industrial<br>MAILTO: APMI@ONINET.PT   |
|  <b>ASBOMAN</b><br>Asociación Boliviana de Mantenimiento<br><a href="http://www.asboman.com">HTTP://WWW.ASBOMAN.COM</a>   |  <b>FIM</b><br>Federação Iberoamericana de Manutenção<br><a href="http://www.efnms.org/efnms/links/fimas">HTTP://WWW.EFNMS.ORG/EFNMS/LINKS/FIMAS</a><br>P |
|  <b>ASEINMA</b><br>Asociación Ecuatoriana De Ingeniería De Mantenimiento<br><a href="http://www.aseinma.org">HTTP://WWW.ASEINMA.ORG</a>                           |  <b>IFEMAN</b><br>Instituto Peruano de Mantenimiento<br><a href="http://www.ifeman.com">HTTP://WWW.IFEMAN.COM</a>   |
|  <b>AVEPMCO</b><br>Asociación Venezolana de Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad<br><a href="http://www.avepmco.org.ve/">HTTP://WWW.AVEPMCO.ORG.VE/</a> |  <b>SOMMAC</b><br>Sociedad Mexicana de Mantenimiento<br><a href="http://www.mantenimiento-sommac.com">HTTP://WWW.MANTENIMIENTO-SOMMAC.COM/</a>            |
|  <b>CAM</b><br>Comité Argentino de Mantenimiento<br><a href="http://www.cam-mantenimiento.com.ar">HTTP://WWW.CAM-MANTENIMIENTO.COMAR</a>                        |  <b>URUMAN</b><br>Sociedad Uruguaya de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad<br><a href="http://www.uruman.org">HTTP://WWW.URUMAN.ORG</a>   |

## EVENTOS

- |  |  |
|--|--|
|  <b>CONGRESO DE TURBOMAQUINARIA.</b><br>1 al 4 de Septiembre de 2014. México.<br>+52 -442 196.1500. turbo@ciateqmx<br><a href="http://www.congresodeturbomaquinaria.com.mx">www.congresodeturbomaquinaria.com.mx</a>  |  <b>10º CONGRESO URUGUAYO DE MANTENIMIENTO, GESTIÓN DE ACTIVOS Y CONFIABILIDAD, URUMAN 2014.</b><br>13 al 16 de Octubre de 2014, Montevideo-Uruguay<br><a href="http://www.uruman.org/">http://www.uruman.org/</a>  |
|  <b>XXXI CONFERENCIA ENERGÉTICA COLOMBIANA.</b><br>13 al 14 de Septiembre de 2014. Bogotá - Colombia.<br>2367713 - 2367714. aciemeducon@cable.net.co<br><a href="http://www.aciem.org/home/index.php/eventos/enercol-2014">www.aciem.org/home/index.php/eventos/enercol-2014</a>  |  <b>9º WORKSHOP INTERNACIONAL ASSET MANAGEMENT &amp; BUSINESS PLAN.</b><br>21 al 22 de Octubre de 2014. Bogotá, COLOMBIA.<br>+57 (1) 64674301 - (0034) 96345666.<br>nuria@globalassetmanagement-amp.com<br><a href="http://www.globalassetmanagement-amp.com/index.php/inicio-ws-colombia">www.globalassetmanagement-amp.com/index.php/inicio-ws-colombia</a> |
|  <b>CONGRESO MEXICANO DE CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO 2014.</b><br>22 al 25 de Septiembre de 2014. Monterrey, México.<br>+52 (477) 711 2323. egonzalez@noriamx<br><a href="http://www.cmcmm.com.mx/index.php?page=venta-espacios">www.cmcmm.com.mx/index.php?page=venta-espacios</a>   |  <b>9na JORNADA ANDINA DE DUCTOS 2014.</b><br>24 al 23 de Octubre de 2014. Bogotá Colombia.<br>2367713 - 2367714. aciemeducon@cable.net.co<br><a href="http://www.aciem.org/home/index.php/eventos/9a-jornada-andina-de-ductos-2014">www.aciem.org/home/index.php/eventos/9a-jornada-andina-de-ductos-2014</a>  |
|  <b>ABRAMAN- CONGRESSO BRASILEIRO.</b><br>29 de Septiembre al 3 de Octubre de 2014. Santos, São Paulo.<br>21 3231 7000. Eventos2@abraman.org.br<br><a href="http://www.abraman.org.br/newsletters/29cbmga/chtt/chtt.html">www.abraman.org.br/newsletters/29cbmga/chtt/chtt.html</a>   |  <b>III Congreso Latinoamericano de Gestión de Activos, COLAGA 2014.</b><br>Del 29 al 31 de Octubre, Puerto La Cruz, Venezuela.<br>info@avepmco.org.ve<br><a href="http://avepmco.org.ve/Portal/index.php/eventos">http://avepmco.org.ve/Portal/index.php/eventos</a>   |
|  <b>8º WORKSHOP INTERNACIONAL ASSET MANAGEMENT &amp; MANUFACTURING.</b><br>2 al 3 de Octubre de 2014. Santiago, CHILE.<br>+56 (2) 236 84569 - (0034) 96345666.<br>informacion@globalassetmanagement-amp.com<br><a href="http://www.globalassetmanagement-amp.com/index.php/7-workshop-internacional">www.globalassetmanagement-amp.com/index.php/7-workshop-internacional</a> |  |





**AVEPMCO es la Asociación Venezolana de Profesionales del Mantenimiento y Confiabilidad, que promueve el intercambio científico, técnico y cultural de todas las personas naturales y jurídicas relacionadas con el Mantenimiento y la Confiabilidad que manifiesten interés en mejorar sus técnicas y conocimientos, intercambiar información, difundir conocimientos a la sociedad y colaborar con organizaciones públicas o privadas vinculadas con el tema.**

Av. Jorge Rodríguez,  
Centro Comercial Colonial,  
Piso 1, Oficina 18,  
Lechería, Edo. Anzoátegui, Venezuela

info@avepmco.org.ve  
+ 58 281 423.70.10  
+ 58 281 286.74.06  
[www.avepmco.org.ve](http://www.avepmco.org.ve)

**PREDICTIVA21**

[www.predictiva21.com](http://www.predictiva21.com)

---

● ANUNCIA CON NOSOTROS