

PREDICTIVA 21

RUMBO AL PREMIO EMMA 2021

Alexis Lárez

Normativas relacionadas con el monitoreo de condición de activos

Congresos Virtuales
I SEPMAN
URUMAN 16

Desgaste de los discos del rotor en turbinas

Aplicaciones mecánicas de la termografía

Índice

- 3** **Editorial**
- 6** **Entrevista a Alexis Lárez**
por Andrés González
- 14** **Normativas relacionadas con el monitoreo de condición de activos**
Pablo Martínez
- 19** **Gestión tribológica de activos® su ejecución y medición a través del índice techgnosis (ITG®)**
José Páramo
- 24** **I SEPMAN - Primer Seminario Panamericano de Mantenimiento**
Reportaje por Tomas Alfaro
- 28** **Sensores en el análisis de aceite**
Jorge Alarcón
- 32** **El know how y la gestión del activo humano**
Jaime Rigoberto Díaz Fernández
- 36** **Desgaste de los discos del rotor en turbinas de gas industriales: Experiencia, riesgo, prevención, corrección y recomendaciones**
Manuel Luis Lombardero
- 41** **16 Congreso de URUMAN “De la Dificultad a La Oportunidad, Confiabilidad Humana en el mundo Digital-Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad”**
Reportaje - Tomas Alfaro
- 44** **Aplicaciones mecánicas de la termografía**
César A. Tejaxún
- 49** **Compensación de potencia reactiva alineada a un modelo de gestión de mantenimiento en plantas industriales**
R. Cetina, V. Torres & M. Madrigal

Editorial



Enrique González

Editor y CEO de Predictiva21

DIRECTORIO

Enrique Javier González Henríquez
 Director ejecutivo y Editor
 enrique.gonzalez@predictiva21.com

Andrés Enrique González Giraldo
 Director de Finanzas
 andres.gonzalez@predictiva21.com

Alejandro José Godoy Rodríguez
 Director de Marketing
 alejandro.godoy@predictiva21.com

Carlos José Villegas Álvarez
 Director de Operaciones
 carlos.villegas@predictiva21.com

Tomas Andrés Alfaro Díaz
 Líder de Mercadeo y Alianzas
 tomas.alfaro@predictiva21.com

Un año de reinención

Este 2020 se presentó como un año de muchos retos, tanto profesionales como humanos. Nos llevó a tomar nuevas ideas, reinventarnos en nuestras actividades diarias y en algunos casos dar un giro de 180° a nuestros procesos. Pero también incrementamos nuestra interacción gracias a los Congresos virtuales, charlas desde cualquier parte del mundo, capacitaciones virtuales, donde aprendimos que en cada adversidad hay nuevas oportunidades.

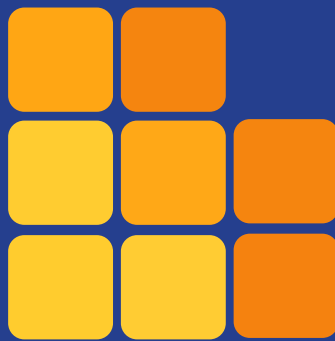
Predictiva21 participa en 2 eventos digitales donde se reunieron los expertos alrededor del mundo para llevar los temas más relevantes en temas de Mantenimiento, Confiabilidad y Gestión de Activos, el Primer Seminario Panamericano de Mantenimiento (I SEPMAN) organizado por COPIMAN y el Congreso URUMAN en su edición No. 16. Gratas conversaciones y experiencias podemos tomar de estos eventos, resaltando un gran homenaje a una catedra viviente a lo que Mantenimiento se refiere el Ing. Lourival Augusto Tavares.

En esta Edición 33 y última de este año 2020, les traemos nuestra reciente conversación con Alexis Lárez, el cual en el 2021 estará representando a la EAM, a su país y a toda la comunidad hispana, como candidato al premio EMMA (European Maintenance Manager Award) en Róterdam, contándonos un poco sus experiencias, las personas y objetivos que lo motivan a seguir aprendiendo y creciendo como profesional y humano, expresando la importancia de los lazos familiares.

Nuestros articulistas invitados nos traen además temas diversos, relacionados con los diferentes niveles (estratégico, táctico y operacional) del mantenimiento: “Normativas relacionadas con el monitoreo de condición de activos”, “Gestión tribológica de activos, su ejecución y medición a través del índice techgnosis”, “Sensores en el análisis de aceite” y “El know how y la gestión del activo humano”. También compartimos la experiencia de un caso relacionado con el “Desgaste de los discos del rotor en turbinas de gas industriales” y un gran artículo sobre las “Aplicaciones mecánicas de la termografía”. Para cerrar un gran trabajo técnico escrito por 3 grandes co-autores titulado “Compensación de potencia reactiva alineada a un modelo de gestión de mantenimiento en plantas industriales”

Desde Predictiva 21 damos, como es costumbre, un agradecimiento muy especial a todos los profesionales y articulistas que han hecho posible que esta revista salga y llegue a todos Ustedes, como un aporte a la difusión del conocimiento. Esperamos la disfruten y que este nuevo año 2021 venga colmado de muchos éxitos y salud para todos.

PREDYC[®]



SUITE DE CONFIABILIDAD
DISEÑADA PARA INGENIEROS DE
CONFIABILIDAD

2021

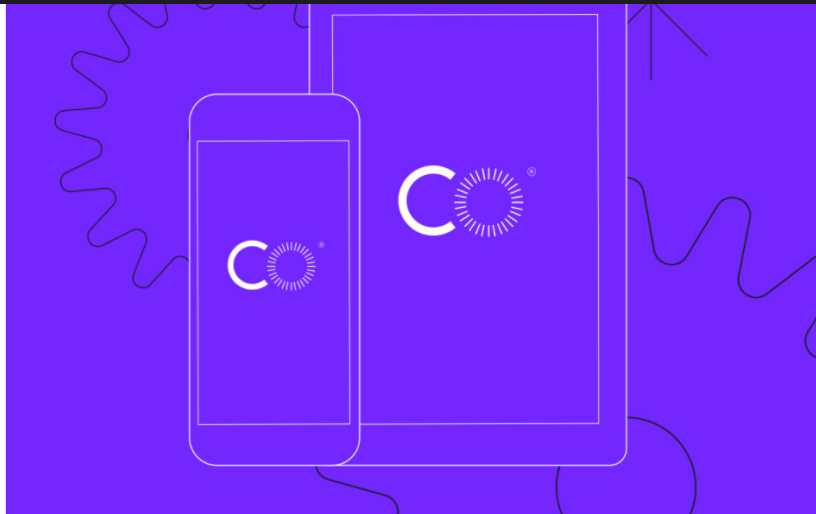


Que
todo
funcione.

VENTAJAS

App para smartphones y tablets.

Notificaciones por tareas previstas, generación de solicitudes de trabajo, ordenes de trabajo, check list y mucho más.



VENTAJAS

Herramientas para la toma de decisiones.

Cubo de decisiones, cuadro de mandos, indicadores world class, gráficos e informes exportables a excel, pdf, web, etc.





Alexis Lárez

Manager de Mantenimiento AEM
2020

Rumbo al European Maintenance
Manager Award **EMMA 2021**

¿Cómo se siente luego de haber sido galardonado al premio MANAGER DE MANTENIMIENTO AEM 2020? ¿Qué se requirió para lograrlo?

Realmente me siento muy agradecido y contento, parafraseando a Dr. Lair Ribeiro, “La gratitud y la paciencia son la madre de todas las virtudes”. En este sentido, considero que el propio hecho, de que se pueda reconocer el trabajo del cual disfruta y te apasiona, la verdad, da origen, a una gran cantidad de emociones y sentimientos, que se tornan indescriptibles.

El hecho de lograr este reconocimiento, justo, en un año, que ha sido muy complicado para todos por las consecuencias de la pandemia a nivel mundial, es un gran impulso y estímulo, porque a pesar de ello, hemos logrado gestionar el cambio de contexto para adaptarnos a las nuevas circunstancias y seguir adelante.

En lo personal, creo que es el resultado de varios principios de vida: El convencimiento de que siempre es posible hacer mejor las cosas, la humildad para aprender de todos y de cada circunstancia, cada día, y de mucho estudio-esfuerzo-trabajo, en otras palabras (PHVA).

En cuanto a los requerimientos para el reconocimiento, la Asociación Española de Mantenimiento (AEM), como miembro de la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Mantenimiento (EFNMS) tienen establecido una serie de requisitos para otorgar este reconocimiento, eso incluyen pasar por la evaluación de un jurado conformado por 5 miembros de comité ejecutivo de la AEM, donde se evalúan la credenciales y trayectoria tanto académicas como laboral, aquí pueden optar, tanto gerentes de empresa, académicos así como consultores.

En este proceso se toma en consideración la participación como ponentes en congresos, escribir artículos-libros, etc.



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MANTENIMIENTO
DESDE 1977 PARA FOMENTO DEL MANTENIMIENTO



European Federation of
National Maintenance
Societies vzw

En el 2021 estará representando a la AEM como candidato al premio EMMA (European Maintenance Manager Award) en Rotterdam ¿Qué nos puede decir acerca de esta competencia y el resto de los candidatos? ¿Espera poder ganar este galardón?

Los premios EMMA, son una competición bianual, forma parte de los objetivos de la EFNMS para promover la concesión de premios y distinciones relacionados con el mantenimiento. El premio está patrocinado y apoyado por la Fundación Salvetti.

El reconocimiento se entrega en el evento técnico más importante de Europa, el Euro-maintenance 2021, <https://www.euromaintenance.net/>, es un congreso que congrega más de 2.000 profesionales en las áreas de gestión de activos, mantenimiento y confiabilidad.

Es una competición bastante exigente, donde un jurado de la EFNMS debe nombrar al ganador en base a sus credenciales y méritos tanto académicos como laborales.

En cuanto a mis expectativas en relación al European Maintenance Manager Award, considero que el hecho, de poder llevar la representación de la AEM al premio EMMA, ya es, un logro que tiene mucho mérito, sin embargo, siempre mantengo la visión de poder llegar más lejos, es lo que el Dr. Ribeiro, llama “ Con la cabeza en el cielo y los pies sobre la tierra”, puesto que soy consciente del gran nivel que tienen los otros candidatos profesionales.

Usted además de representar a la AEM en el EMMA, oriundo de Venezuela, también representa este país, dejando muy en alto su nombre y al gremio de grandes profesionales e ingenieros que han surgido de allí. Cuéntenos, ¿Cómo fueron sus inicios en la Ingeniería de Mantenimiento?

Egresado de la UNEXPO en Puerto Ordaz, como Ingeniero Mecánico, ingresé a Cemex Venezuela, como técnico en proceso de formación, proceso que terminó, un año más tarde, donde me entregaron la responsabilidad del área de Ensacado y despacho (Operación-mantenimiento), labor que desempeñé por 4 años, cuando decidí cambiar a la Briquetera más grande del mundo Orinoco iron, en esta organización asumí varios roles en el área de mantenimiento, tales como, Ingeniero de mantenimiento, Supervisor general de mantenimiento, Superintendente de ejecución de mantenimiento y Superintendente de Ingeniería de Mantenimiento, por un tiempo de 9 años. Durante ese proceso, debo reconocer que el aprendizaje fué ingente.

Durante este tiempo ya había liderizados proyectos importantes como la Implementación del TPM en Cemex, implementación de análisis causa raíz, RCM, entre otros.

A partir del año 2013, decido convertirme el consultor – formador, como parte de mi proceso de transformación profesional, en busca de poder ayudar a otras organizaciones a implementar las buenas prácticas adquiridas en la industria, todo ello, sin dejar crecer académicamente.

¿Qué proyectos significativos han sido clave en su desarrollo profesional?

Considero, que cada proyecto ha tenido su importancia dentro de mi proceso de aprendizaje y formación, cada uno, dentro de sus circunstancias particulares. Creo que todos los días aprendemos, pero, es una cuestión de actitud, cuando creemos, que ya lo sabemos todos, nuestro proceso de crecimiento se vé atrofiado.

Realmente asumo cada proyecto como un gran nuevo reto, donde mi mayor compromiso es lograr los niveles de sinergia adecuada en el equipo de trabajo para lograr los objetivos, sin perder de vista el triángulo de la gestión de proyecto: Alcance, cronograma y presupuesto.

Puedo decir, que, en cada nuevo proyecto, se abren un sin fin de oportunidades para seguir creciendo y está en nosotros, apropiarnos de ello o dejarlo pasar.

También es cierto, que hay tres proyectos que considero, han sido trascendental en mi desarrollo profesional, o han marcado un antes y un después, quiero decir, tener la posibilidad de hacer uso de tus conocimientos técnicos en tu realidad de vida. El primero de ellos, fue el proyecto de emigración, con todo lo que conlleva, donde se pone a prueba nuestro conocimiento de procesos relacionado a la gestión de activos, tales como: La planificación estratégica, gestión y evaluación de riesgo, gestión del cambio, competencias, evaluación del desempeño, liderazgo, por mencionar algunos. El segundo de ellos, la oportunidad brindada por la empresa PMM, en mis inicio como consultor.

El tercer proyecto, al que hago referencia, es formar parte del Grupo Enova, desde Octubre del 2016, un reto, que asumimos con mucha humildad, pero con mucha entrega, firmeza y determinación.



5. ¿Quién o quiénes considera que han sido su inspiración y fuente de motivación?

En cuanto a la inspiración, hay un punto que para mí es muy importante, tiene que ver con el liderazgo de Jesús y todo lo que ha aportado a la humanidad durante tantos siglos. Es sin dudar, gran fuente de inspiración y admiración.

Sin embargo, aterrizando esto a hechos más tangibles, sin lugar a duda: Mi familia (Esposa e hijo)

Por un lado, mi esposa Arianna Pérez, mi compañera de batallas, mi confidente, mi aliada incondicional, mi soporte en las dificultades, mi consejera técnica, dado que somos colegas de profesión, como dicen por allí, detrás de una gran mujer, ¡¡¡es posible que haya un gran hombre!!!!, la que con su visión diferente de las cosas, amplía mi universo de posibilidades, por otro lado, nuestro hijo, Adonis Daniel, el mayor regalo que Dios nos ha brindado, verlo a él, me mantiene motivado a ser mejor cada día, es parte de ese shot de energía para levantarme cada mañana a las 5:00 am con mejor ánimo cada día.

Tampoco, puedo dejar de mencionar a mis padres, quienes, con mucho esfuerzo, trabajo y dedicación y sin educación, lograron que sus 5 hijos se formaran como profesionales, (Ingenieros y Licenciadas).

Sabemos que entre los requisitos para ser considerado al galardón Manager de Mantenimiento AEM está el haber participado activamente en organizaciones y asociaciones. ¿A cuáles pertenece usted y cuál ha sido su rol?

En España, actualmente soy miembro activo de la Asociación Española de Mantenimiento (vb), formo parte del Comité de Confiabilidad y participo activamente en el equipo de gestión activos. Dentro la AEM, adicionalmente, imparto formación técnica relacionada con la Gestión de Activos, el mantenimiento y la confiabilidad, a empresas públicas y privadas.

Adicionalmente tengo participación activa, como ponente en los diversos eventos y congresos que organiza la Asociación, ejemplo de ello: Advanced Factories 2020, 6to Congreso Español de Mantenimiento, 1era y 2da Jornadas de Fiabilidad en el Mantenimiento, III Foro: El mantenimiento en la industria 4.0 de la automoción. También representé a la AEM en el XXII Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos organizado por ACIEM, Colombia.

Por otro lado, desde el año 2012, fecha en la que me certifiqué como,

Certified Maintenance Reliability Professional (CMRP), he mantenido lazos estrechos con la The Society for Maintenance & Reliability Professionals (SMRP), de hecho, fui Proctor aprobado de su programa de certificación (CMRP) desde el año 2014, hasta Junio del 2020, fecha en la que culminó el mismo y esto me brindó la oportunidad de acercarme al examen de certificación (CMRP) a muchos profesionales en países tales como: España, México, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Perú, Ecuador, Panamá, etc.

¿Consideras que la formación académica, así como, las certificaciones profesionales hoy en día, tienen la misma importancia, para el buen desempeño de un profesional en la industria? Puedes hablarnos de tu formación académica y certificaciones?

En lo personal, creo en ambas cosas son muy necesarias, importantes y complementarias, por tanto, cada una juega un rol fundamental en el desarrollo profesional.

Por un lado, considero que la formación académica, te agudiza el análisis crítico sobre temáticas particulares de tu profesión, además de fomentar disciplina y buenos hábitos para lograr objetivos a mediano y largo plazo, por otro lado, también soy fiel creyente en las certificaciones profesionales, cuyo objetivo debe ser validar un conjunto de competencias para el buen desempeño como profesional en la práctica, referenciado a cuerpos de conocimiento y normativa profesional.

En este sentido, considero que ser profesional, tener una maestría y una certificación de competencia, como profesional, se convierte en un elemento diferenciador, tanto, para la búsqueda de empleo, como lo determino Ríos en su estudio del 2013, así como, si perteneces, a alguna organización puesto que te brinda más oportunidades de desarrollarte.

En cuanto a mi formación académica, soy Ingeniero mecánico, de la UNEXPO, en Puerto Ordaz, Venezuela, desde hace 22 años.

Realicé primer postgrado en Gerencia del Mantenimiento en Venezuela (2004), luego hice un doble postgrado de Gestión de Activos y Confiabilidad (2011), en España. A partir de allí me mudé a España y he realizado un Master en gestión y dirección avanzada de proyectos (2014), Master en Habilidades Directivas (2016) y Actualmente estoy en el último año del Doctorado en Tecnología de la Computación e Ingeniería Ambiental.

Adicionalmente, en cuanto a certificaciones, estoy certificado en Mantenimiento & Confiabilidad por la SMRP, y soy Auditor Líder de Sistema de Gestión de Activos ISO 55001.





¿Cómo vislumbra el futuro de la ingeniería de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos? ¿Cuál es la propuesta de valor que hace usted para lograr avances en los próximos años?

Considero que se está avanzando a pasos agigantados en el desarrollo de buenas prácticas que van más allá, de requerimientos normativos para lograr rentabilizar las acciones se llevan a cabo sobre los activos a lo largo de su ciclo de vida.

En este sentido las herramientas como la digitalización, LoT, IA, Machine Learning, están desempeñando un rol fundamental, sin embargo, desde mi percepción técnica, las personas seguirán siendo ese puente facilitador, que permita lograr esa óptima relación o equilibrio: Costo-Riesgos-Beneficio, buscado por las organizaciones.

Mi propuesta de valor va direccionada a propiciar cambios culturales dentro de las organizaciones, y para ello, parafraseo una frase que se le atribuye a Einstein: “No se puede resolver los problemas actuales, con el mismo nivel de pensamiento que nos llevó a ello”.

Creo que el inicio de ese proceso de transformación interna, tiene que darse en su flujo natural, con un empoderamiento desde la alta dirección, para que aguas abajo se den los procesos de formación de competencia necesaria para asumir los nuevos desafíos.

Creo firmemente en las personas como agentes de cambio dentro de las organizaciones, pero, para ello, es necesario brindarle las herramientas y oportunidad de formarse para cambiar los paradigmas ya instaurados.



Después de muchos trabajos publicados, escribe un libro titulado “Herramientas de confiabilidad alineadas a la ISO 55001”, y próximamente estará publicando uno nuevo. ¿Cómo ha sido la faceta escritor? ¿En qué basan sus obras y a qué están orientadas?

En este punto, quiero resaltar, que ha sido una experiencia, verdaderamente apasionante, porque, descubrí una potencialidad en mí, que desconocía, y la verdad, que la disfruto mucho.

Escribo sobre lo que conozco, sobre las experiencias previas en la industria, intento plasmar en lenguaje sencillo, lo que a veces técnicamente cuesta expresar. Lo que escribo, está dirigido a profesionales, cuyo rol tenga implicaciones o impacto en los activos de una organización.

Por otro lado, tal como lo mencionas, te comento que, estamos terminando la revisión de la 2da Edición del Libro “Herramientas de Confiabilidad alineada a la Gestión de Activos ISO 55001”, que tuvo muy buena acogida en su primera edición, en esta segunda edición, se incorporan 2 capítulos adicionales y se robustece la parte práctica, con aplicaciones de la industria. Adicionalmente, también es verdad, que estoy trabajando en mi próximo libro a salir en el primer trimestre del 2021, titulado “Un Sistema de Gestión de Activos ISO 55001, más que requisitos normativos y certificación, buenas prácticas”. En esta publicación planteo, diferentes enfoques para aterrizar desde una concepción práctica, casos recopilados en diferentes tipos de industrias, desde proceso de manufacturas, hasta Hospitales públicos.

Respecto a la formación profesional ¿Qué consejo le gustaría aportar a los jóvenes que hoy en día se encuentran pasando por momentos laborales y personales difíciles?

No hay que perder la esperanza, a pesar de lo adverso de las circunstancias, creo que, en esta vida, nada que merezca la pena, será fácil, rápido o gratis, solo la acción, genera resultado y esa acción, te llevará a cometer errores, pero esos errores, serán necesarios para hacerte mejor persona y un gran profesional, siempre y cuando lo reconduzcas.

Actualmente, esta generación dispone de muchos medios para seguir, creciendo, hay que romper la cultura de la crisis y de la queja....y focalizarse en avanzar, como lo dijo Luther King: “Hay que dar el primer paso con fé, así no veas el final de la escalera”. Sino, estoy trabajando, puedo seguir buscando información para formarme, en internet hay mucha información técnica disponible de forma gratuita, también hay un gran número de profesionales que siempre están dispuesto a ayudar de forma desinteresada, así que como conclusión, es necesario, no conformarse, aprender cultivar la paciencia y ponerse en acción.

En este sentido, no dejar de formarse es fundamental, participar en eventos y familiarizarse en alto grado con la tecnología, pues, hoy en día, todos los procesos relativos a la gestión de activos y al mantenimiento tienen un facilitador común, el apalancamiento en los procesos tecnológicos.

Para usted, la familia representa un papel muy especial en su vida y ha sido un soporte en su carrera profesional. ¿Cómo es Alexis Lárez en casa? Coméntenos un poco acerca de la persona, sus pasatiempos y su relación con sus seres queridos.

Para mí, la familia, es esa fuerza motriz capaz de permitirme superar los obstáculos, ver las circunstancias complicadas como una gran oportunidad y por supuesto lograr lo que me propongo, porque siempre están allí, arrimando el hombro en lo que haga falta. En verdad, agradezco a Dios, la familia que me ha regalado, tengo la fortuna, de tener a mi lado a una mujer maravillosa y al mejor de los hijos. Creo, que no puedo pedir más.

Debo reconocer, que en este sentido, en oportunidades el tiempo me juega en contra, pero, busco la forma de equilibrar el tiempo familia-trabajo.

Disfruto mucho el tener la oportunidad de que compartamos tiempo juntos, haciendo cualquier actividad, solemos viajar, claro, antes del Covid-19... jajajaja..... o simplemente estar en casa, ver una película, etc. Tomarnos un vino en casa y charlar de nuestra cotidianidad, creo que nos enriquece mucho.

En cuanto a la relación con otros seres queridos, mi Mamá, ya no está (se le echa de menos), mi padre está en el Pilar, un pequeño pueblo de Venezuela, soy el segundo de 5 hermanos, y mantenemos una muy buena relación de padres, hijos y hermanos a distancias por las circunstancias.

Yo, en lo particular, disfruto mucho de la cocina, me relaja, me inspira, creo que es de esas actividades que pone a prueba tu imaginación, me gusta improvisar, reinventar recetas, a veces salen muy bien otras no tanto, pero, para mí, ¡de eso se trata! Mi especialidad la parrilla o barbacoa y las Costillas BBQ.

Disfruto de levantarme a las 5:00 am y sentarme a tomar un café en mi terraza, en compañía de las plantas, porque me gustan las plantas ornamentales.

Me considero buen anfitrión, disfruto de la buena compañía de amigos, disfruto mucho de la música, la música y una copa de un buen vino, se puede convertir en una gran fuente de inspiración cuando escribo. Disfruto la lectura, técnica y de crecimiento personal.

Creo, que tener la oportunidad de vivir, donde vivo, Valencia, España, es una bendición, porque disfruto caminar por la playa, las calles, el castillo, los arrozales tiene un encanto propio natural. La naturaleza es una de esas cosas que puedo disfrutar a plenitud sin que se requiera más, Dios y su regalo para nosotros!.



Si pudiera cambiar algún aspecto del presente, ¿Cambiaría alguno?

Sí, yo en lo particular, tengo el pensamiento muy cuadrulado hacia la ingeniería, y en muchas madrugadas de estos meses recientes, a raíz de esta pandemia, me preguntaba, como no pudimos prever la posibilidad de que un evento como este podría ocurrir? . Con las herramientas que tenemos disponible a nivel tecnológico, a nivel a gestión de riesgo, como no fue posible preverlo?.

Yo cambiaría, el enfoque de la ingeniería y la tecnología pensando más en las personas o más humanista.

ECC Online training : ECC ofrece entrenamientos línea con certificado de participación

- Inteligencia Artificial para Mantenimiento 4.0 (**Software Matlab**)
- Confiabilidad del Equipos: Análisis de Vida útil (**Software Weibull – HBK/ Reliasoft**)
- Confiabilidad de los Sistemas: Análisis RAM (**Software Blocksim – HBK/ Reliasoft**)
- FMEA y RCM (**Software RCM++ / XFMEA – HBK/ Reliasoft**)
- Seguridad de Processos (**Software FTA Blocksim – ALOHA – Bowtie**)
- Gestión de Activos Físicos (**Software Integrity PRO**)
- Gestión de Integridad de Activos Físicos (**Software Integrity PRO**)
- Confiabilidad Humana

ver más

Agenda de Entrenamiento



Day 1 - Training Outline:

- Module 1: Introduction
- Module 2: Maintenance Concepts
- Module 3: Prognostic Health Management
- Module 4: Artificial Intelligence Introduction
- Module 5: USML - Principal Component Analysis
- Module 6: USML - Multidimensional Scaling
- Module 7: USML - K-Means
- Module 8: USML - Gaussian Mixture
- Module 9: USML - Hierarchical Cluster
- Module 10: USML - NN Self-Organized Map
- Module 11: SMLC - Neural Network Classification
- Module 12: SMLC - K-Nearest Neighbor
- Module 13: SMLC - Decision Tree
- Module 14: SMLC - Naive Bayes

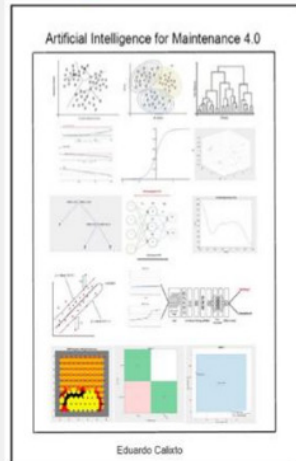
Day 2 - Training Outline:

- Module 15: SMLC - Linear Discriminant Analysis
- Module 16: SMLC - Support Vector Machine
- Module 17: SMLC - Logistic Regression Classification
- Module 18: SMLT - Linear (Ridge & Lasso) Regression
- Module 19: SMLR - Stepwise Regression
- Module 20: SMLR - Decision Tree Regression
- Module 21: SMLC - Support Vector Machine Regression
- Module 22: SMLC - Gaussian Regression
- Module 23: SMLC - Neural Network Regression
- Module 24: SMLC - Ensemble Methods
- Module 25: SMLC - Convolutional Neural Network
- Module 26: SMLC - Asset Management 4.0

What's the training benefits ?

You do not need to know any algorithm language and have a deep mathematic knowledge. Everything will be explained step by step with examples. After this training you will be able to have a deep understanding about the different Artificial Intelligence methods explained during the training to optimize your maintenance schedule, classify maintenance database in categories and predict the RUL, SoH and other parameters based on regression methods by using the MATLAB software.

Book Training Content:

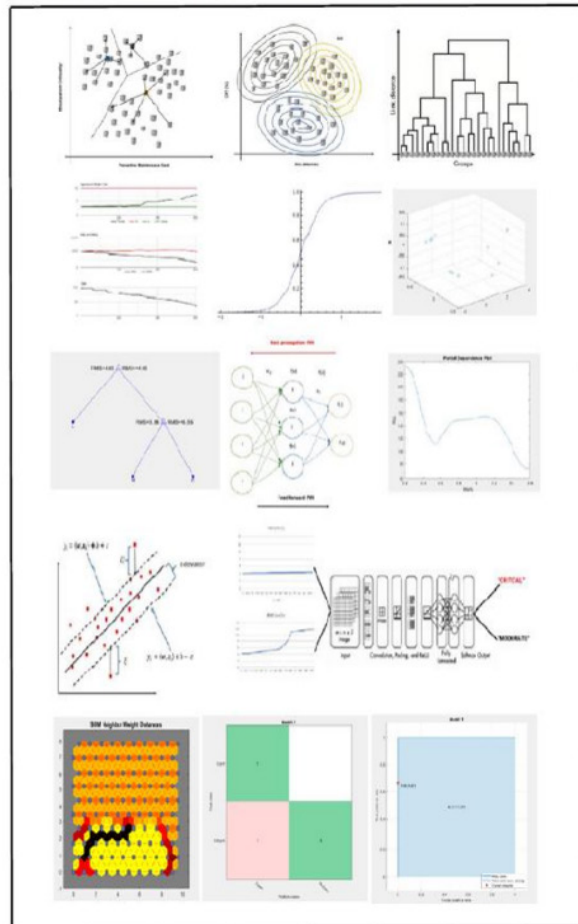


Eduardo Calixto

www.amazon.com

Libro disponible en Amazon

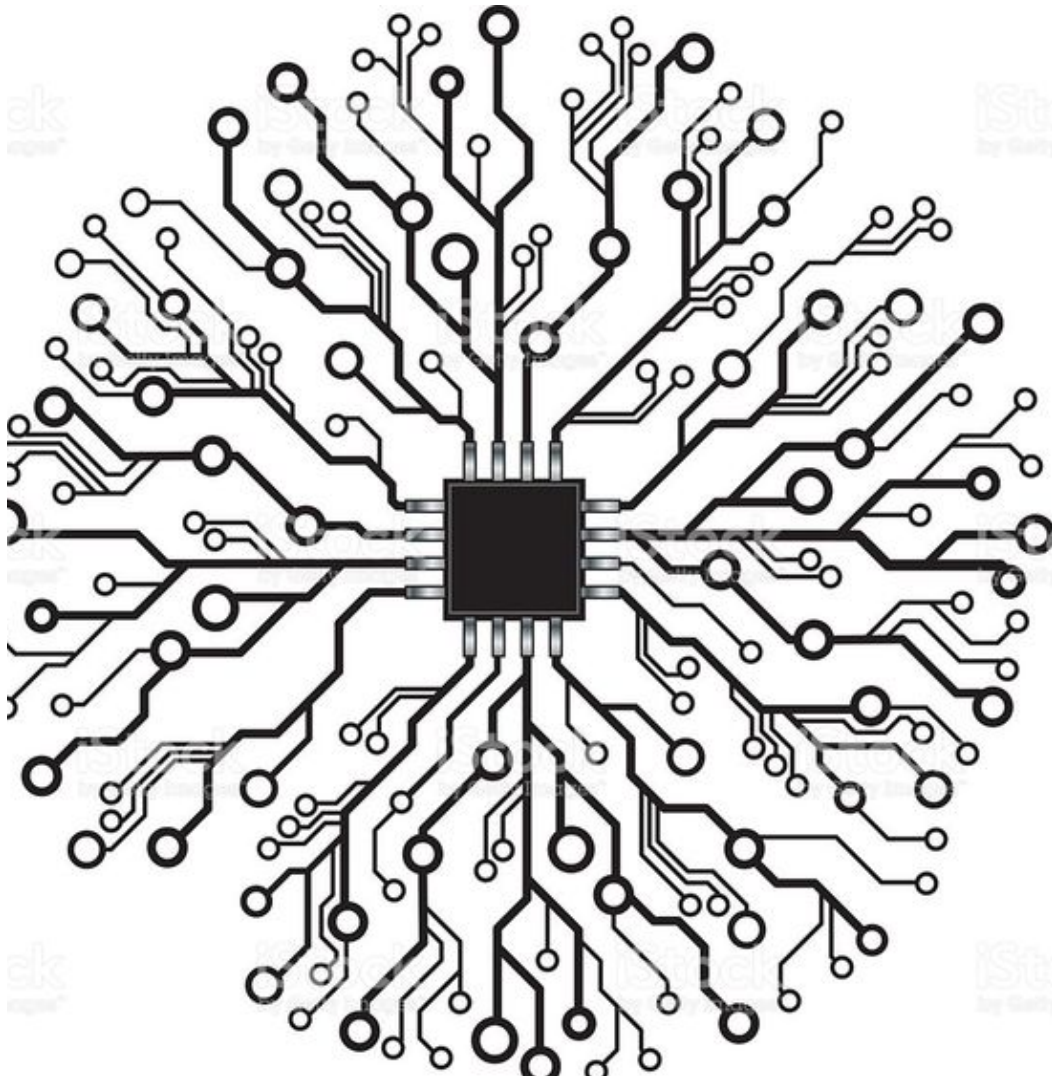
Artificial Intelligence for Maintenance 4.0



Eduardo Calixto

Visite nuestro sitio:

<https://www.eduardocalixto.com/online-training/online-training-for-process/>
Versión en español y portugués por solicitud



Normativas relacionadas con el monitoreo de condición de activos

Reflexiones del Ing. Pablo Martínez, CMRP
Technical Manager And Reliability Consultant. AT Group
Legal Responsable
pmartinez@theatgroup.net



Norma ISO 17359

Condition Monitoring and Diagnostics of Machines –

General Guidelines.

Este documento proporciona directrices para el monitoreo de la condición y el diagnóstico de equipos utilizando parámetros como la vibración, la temperatura, la tribología, rangos de flujo, la contaminación, la potencia y la velocidad, típicamente asociados con los criterios de rendimiento, condición y calidad. Partiendo desde el principio básico de que el funcionamiento y la condición de los activos está relacionada directamente con el rendimiento, el estado o la calidad del producto final de la compañía.

El monitoreo de condición constituye un componente vital de la gestión de activos y este documento es el principal de un grupo de normas que abarcan el ámbito de monitoreo y el diagnóstico de las condiciones de activos. Estas normas de monitoreo de condición son indispensables para el uso y la aplicación de la familia de normas de gestión de activos ISO 55000. Este documento proporciona los procedimientos generales que deben considerarse al establecer un programa de monitoreo de condiciones para todos los tipos de máquinas, e incluye referencias a otras normas internacionales y otros documentos necesarios o útiles en este proceso.

Este documento presenta una visión general de un procedimiento genérico que se recomienda utilizar cuando se implementa un programa de monitoreo de condiciones, y proporciona más detalles sobre los pasos clave a seguir. Introduce el concepto de dirigir las actividades de monitoreo de condición hacia la identificación y la detección de mecanismos de deterioro como causas raíces de la aparición de los modos de falla y describe el enfoque genérico para establecer criterios de alarma, llevar a cabo el diagnóstico y el pronóstico y mejorar la confianza en ese diagnóstico y pronóstico, que se desarrolla con más detalle en otras Normas Internacionales.

Algunos de las sugerencias de la norma ISO 17359:

Recomienda la identificación clara de los equipos y sus atributos, parámetros de operación normal, las fuentes de alimentación asociadas, los sistemas de control y los sistemas de monitoreo existentes.

Recomienda la evaluación y clasificación de acuerdo a la criticidad de los activos y el riesgo que supone una falla de este para la organización. Este análisis debe incluir una evaluación costo-beneficio.

Recomienda, por tipo de equipo, la identificación de modos falla, mecanismos de deterioro, identificación de componentes y sus frecuencias características de falla, identificar el método de monitoreo más idóneo para su captura e identificar las condiciones operacionales y los lugares de medición con mayor posibilidad de detección de falla.

Hace referencia a que la posibilidad de realizar un diagnóstico

confiable depende principalmente de:

- Las condiciones operacionales del activo a monitorear, el monitoreo debe llevarse a cabo cuando la máquina haya alcanzado un conjunto predeterminado de condiciones de funcionamiento (por ejemplo, la temperatura normal de funcionamiento) y procurar efectuarlo siempre en las mismas condiciones de funcionamiento y en el mismo lugar en la máquina.
- El tipo de máquina a evaluar y de que el método de monitoreo y la frecuencia con de inspección sean los correctos para lograr capturar el mecanismo de deterioro o el modo de falla en particular. Para lograr el mayor valor a la organización esta captura debe generarse en una etapa incipiente o temprana, e ir monitoreando hasta determinar el punto de equilibrio Beneficio – Costo – Riesgo.
- La configuración adecuada de los parámetros de falla en el software de medición y la selección adecuada del hardware (Cables, sensores, analizador, Gateways, etc.).
- La calibración y el buen funcionamiento de los instrumentos y componentes del equipo recolector y analizador.
- La adecuada competencia de las personas responsables de efectuar la recolección de los datos y los diagnósticos.

Hace referencia a que en métodos de monitoreo de condición como el análisis de vibración, las simples mediciones de los valores globales (Overall) pueden no ser suficientes para mostrar la ocurrencia de una falla. Se requiere de técnicas como la medición del tiempo, espectros y análisis de fase para revelar los cambios causados por las fallas. Para efectuar la lectura adecuada y un análisis preciso se requiere de la configuración correcta de los parámetros característicos de falla por tipo de equipo y componente en las herramientas de medición (software y hardware).

El intervalo de monitoreo depende, entre otros factores, del tipo de falla, su tasa de progresión y, por lo tanto, la tasa de cambio de los parámetros característicos de cada componente.

Es necesario analizar, a partir del historial de falla, la frecuencia de aparición de los modos de falla por equipo y tipo de equipo y establecer sus causas, para determinar el intervalo y la periodicidad adecuada de medición programada, la cual debe estar ajustada a una frecuencia mayor que la aparición del modo de falla esperado.

Se debe establecer los criterios de alerta/alarma adecuados que permitan la identificación temprana de la ocurrencia de posibles fallas y estos deben optimizarse con el tiempo en un proceso iterativo.

Debe incluirse dentro de los parámetros de monitoreo aquellos relacionados con las condiciones operacionales de los activos durante la ejecución del monitoreo de condición, parámetros de procesos u operacionales del equipo tales como: presión, temperatura, fluido, entre otros. Estos parámetros ayudan en los análisis y permiten determinar si la condición observada de mejora o de desmejora se debe a la aparición de una falla o a un cambio en las condiciones de operación o de funcionamiento.



Norma ISO 14224 Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries — Collection and Exchange of Reliability and Maintenance Data for Equipment.

Esta norma sugiere los principios básicos para la recolección y tratamiento de los datos de mantenimiento y confiabilidad para industrias de Oil&Gas, sin embargo, es ampliamente utilizada para determinar la forma correcta de extraer y procesar la información relacionada a mantenimiento y confiabilidad de cualquier tipo de industria. De acuerdo a los lineamientos de la norma existen principios básicos en la clasificación de los equipos industriales, estos deben estar agrupados en Familia de equipos, Clase de equipos y Tipo de equipos.

Por tanto, se puede hablar de Familia de equipos Rotativos, para una clase de equipo Bomba y está dividida a su vez en tipo de equipos como bomba centrífuga, bomba reciprocante y bomba rotatoria. También se podría mencionar de una familia de equipos Eléctricos, que posee una clase de equipo motor eléctrico y que se subdivide en dos tipos de equipos motor eléctrico AC y motor eléctrico DC

Para cada familia, clase y tipo puede determinarse características comunes y a su vez componentes y formas de falla similares. Es así como se identifican modos de falla, mecanismos de deterioro, causas de falla, partes, entre otras comunes. Estos mecanismos y modos de falla son el objetivo principal de captura a través de las diferentes técnicas de monitoreo de condición (vibración, termografía, análisis de lubricantes, entre otros.), sea que se puedan capturar en la etapa temprana (incipiente) o que se capturen cuando ya sea muy evidente la falla de estos componentes. La captura de los mismos se realiza de acuerdo a aspectos particulares y característicos de cada uno de los componentes que integran el equipo en sí, por ejemplo, la frecuencia de vibración típica del número de bolas de un rodamiento que indica un defecto en una de las bolas, o la frecuencia de vibración característica del daño de uno de los dientes de un engranaje, que permite distinguirlo de modos de falla de otros componentes del equipo.

Por otro lado, la Norma ISO 14224, define en el conjunto Motor – Bomba, que el motor es un primer equipo y la bomba un segundo equipo, esto básica

mente porque cada uno tiene una función operacional diferente, con una estructura física y componentes distintos, con modos de falla y mecanismos deterioro particulares y aun cuando trabajan en conjunto para lograr la función operación esperada, cada uno por sí mismo tiene una forma de falla particular en sus componentes. De manera que, al registrar estos modos de falla y mecanismos de deterioro por cada equipo por separado, puede realizarse análisis propios por tipo de equipo, clase de equipo y familia de equipo.

Luego para un arreglo Motor- Reductor – Compresor, por ejemplo, el motor es un equipo, el reductor un segundo equipo y compresor un tercer equipo, y toda la información que surja asociada al monitoreo de condición, mejoras establecidas, fallas funcionales, etc., de cada uno de ellos podrá ser estudiado de forma coherente de acuerdo a su naturaleza operación y falla particular en cada uno de ellos, logrando mejorar a raíz de estos análisis las estrategias de cuidado, mitigar riesgos y optimizar costos asociados a ese equipo particular o a la familia y tipo al que pertenece.

Este mismo principio de clasificación por familia, clase y tipo de equipo, desglose por modos de falla y mecanismo de deterioro, estrategia de recolección, tratamiento y análisis de datos, de acuerdo a las mejores prácticas, es el que debe imperar en todos los sistemas de información asociados a la gestión activos de planta (CMMS, EAM, sistemas de monitoreo permanente o sistemas de monitoreo offline, rondas operacionales, etc.) y es el principio básico que utilizan todos los fabricantes de soluciones asociadas a la gestión de activos, para efectuar eficientemente todos los análisis y mejoras requeridas durante el ciclo de vida de los activos.



Norma ISO 20816-1

Mechanical Vibration – Measurement and evaluation of machine vibration. Part 1: General guidelines.

Esta norma es un documento básico que establece directrices generales para la medición y evaluación de la vibración mecánica de la maquinaria, medida en las partes giratorias y no giratorias (y en su caso, no recíprocas) de máquinas completas, como ejes o alojamientos de rodamientos. El objetivo principal es proporcionar directrices para el monitoreo operacional y las pruebas de aceptación.

Entre los puntos más resaltantes que se toman en consideración para este análisis están:

La norma hace énfasis en la importancia de efectuar análisis en función a las frecuencias características de falla de componentes de los equipos. Estos rangos de frecuencia dependen del tipo de máquina que se esté evaluando, así, por ejemplo, en cajas de cambio y los rodamientos, puede ser apropiado utilizar un rango de frecuencia diferente para capturar modos de fallas característicos. En esta norma, además, figuran criterios específicos para las diferentes clases y tipos de maquinaria.

Establece que para una señal de vibración compleja pueden ser identificados con una variedad de arreglos de filtrado o análisis de espectro. Así, por ejemplo, si se dispone de suficientes datos sobre el rodamiento en particular, sus frecuencias características para una variedad de defectos pueden ser calculadas y comparadas con los componentes de frecuencia de la señal de vibración típica de un defecto en particular. Esto, por lo tanto, puede dar no sólo el reconocimiento de que el estado de un rodamiento es preocupante, sino que también puede identificar la naturaleza del defecto.

La norma también hace énfasis en las posiciones recomendadas para el monitoreo de condición y recomienda al menos 3 posiciones: 2 radiales (horizontal y vertical) perpendicular al eje rotativo y una posición

axial en dirección paralelo al eje rotativo. Si bien en la norma no menciona una nomenclatura estándar para la identificación de esos puntos, existen mejores prácticas que permiten ubicar rápidamente cada punto de medición en el equipo.

La norma hace mención a que las mediciones de la vibración se deben efectuar después de alcanzar las condiciones normales de funcionamiento acordadas (velocidad, carga, temperatura, presión, etc.). Por tanto, es importante configurar en la herramienta, si esta lo permite, puntos asociados a la captura de la condición operacional del equipo durante la ejecución de monitoreo de condición.

La norma exalta como un punto importante establecer límites de vibración operacional y sugiere para estos la configuración de alarmas y disparos. En el caso concreto a las funciones que permite establecer el AMS MM nos referimos a las bandas de alarmas y alertas.

La norma indica que el propósito con estas alarmas es avisar de que se ha alcanzado un valor definido de vibración o de que se ha producido un cambio significativo, en el que puede ser necesario tomar medidas correctivas. En general, si se produce una situación de alarma, la operación puede continuar durante un período de tiempo mientras se realizan investigaciones para identificar la razón del cambio en la vibración y definir cualquier acción correctiva. La alarma se establece como un valor de referencia y puede existir diferentes rangos de alarma en un mismo equipo para cada componente en particular, en función a las cargas dinámicas y la rigidez del soporte del cojinete. Para establecer los niveles de alarma se requiere además incorporar en el software de monitoreo información técnica específica de cada equipo (potencia, el tipo de montaje e información de proceso).





Programe una demostración

Transformación de Procesos de Trabajo

Disminuye los eventos de seguridad-ambiente

Aumenta la disponibilidad

Disminuye el mantenimiento reactivo

GESTIÓN TRIBOLÓGICA DE ACTIVOS® SU EJECUCIÓN Y MEDICIÓN A TRAVÉS DEL ÍNDICE TECHGNOSIS (ITG®)

José Páramo

Presidente y Fundador del Grupo Techgnosis
www.grupo-techgnosis.com



DEFINICION OPERACIONAL*

La Gestión Tribológica de Activos (ATM – Asset Tribological Management®) es el proceso mediante el cual, a través de la realización de un AMEFT (Análisis de Modo y Efecto de Falla Tribológica) se determinan los Modos de Falla Tribológicos de un activo dentro de su contexto operacional con el fin de identificarlos y eliminarlos para incrementar la confiabilidad del activo, reducir las averías y optimizar los costos de operación, considerando además, las mejoras en seguridad y ergonomía en las tareas de lubricación y el impacto al medio ambiente, dado que no solo se optimiza el ciclo de vida de los activos sino también el ciclo de vida de los lubricantes. Todo ello se implementa, se ejecuta y se cuantifica mediante el **INDICE TECHGNOSIS®**

* “Definición Operacional” es aquella que define un concepto en un contexto específico dado, es decir, es la definición que establece quien la emite inclusive superando la connotación etimológica del concepto mismo.

EXPERIENCIA Y APLICABILIDAD DEL INDICE TECHGNOSIS®

Grandes empresas de reconocido prestigio y operación a escala mundial, tanto en América como en Europa y Asia en el sector Petrolero (como Repsol), en el sector petroquímico (como CEPSA), en el sector del Gas (como Bahía de Bizkaia Gas), en el sector siderúrgico (como Deacero), en el sector de alimentos y bebidas (como Coca Cola, Pepsi Cola y AnheuserBusch InBev – Grupo Modelo, cerveza Corona), en el sector Automotriz (como CIE Automotive), en el sector energético (Comisión Federal de Electricidad, Iberdrola), en el sector de gases comprimidos (Air Liquide), etc., han implementado Programas de Lubricación de Clase Mundial RCT® de una manera efectiva y excelente, cuyas acciones y evaluación de la efectividad del mismo se ha hecho a través de lo que ahora se denomina el Índice Techgnosis (ITG®), habiéndose logrado reducir las averías en activos dinámicos sujetos a lubricación entre el 34 % y el 46 %, así como reducir el consumo de aceites y grasas en casi un 50 %, optimizando el ciclo de vida de los activos y de los fluidos lubricantes.

ANTECEDENTES

Es de suma y fundamental importancia, mencionar que, OEM's de Clase Mundial, tales como SKF, FAG, NSK, Parker, Vickers, Rexroth, Bosch, Caterpillar, etc., así como Instituciones de reconocido prestigio, tales como el Instituto Jost en Inglaterra, el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas, etc., establecen en sus folletos, sitios web, reportes de investigaciones y estudios, etc., que, la lubricación incorrecta y/o la contaminación de los fluidos lubricantes, representan entre el 50 % y hasta el 85 % de las causas raíz del desgaste de la maquinaria y del consecuente fallo de los activos. Ello dirige a una obvia conclusión: el asegurar la lubricación correcta y el evitar la presencia de contaminantes en los lubricantes permite eliminar causas raíz de falla que significan entre el 50 y el 85 % de los modos de falla de los activos.

ESTANDARES DE REFERENCIA PARA LA APLICACION DE LA HERRAMIENTA DE TRABAJO ITG®

- **ISO 17359** – Condition monitoring and diagnostics of machines – General Guidelines
- **ISO 14830** – Condition monitoring and diagnostics of machines – Tribology-based monitoring and diagnostics. Part 1: General requirements and Guidelines
- **ISO 12669** – Hydraulic fluid power – Method for determining the required cleanliness level (RCL) of a system
- **ISO 18436-4** – Condition monitoring and diagnostics of machines – Requirements for qualification and assessment of personnel. Part 4: Field lubricant analysis
- **ISO 55000** – Asset management – Overview, principles and terminology
- **ISO 55001** – Asset management – Management systems – Requirements
- **ISO 55002** – Asset management – Management systems – Guidelines for the application of ISO 55001
- **ICML 55.1** – Standard Part 1: Asset Management. Requirements for the Optimized Lubrication of Mechanical Physical Assets (ITG® includes this important asset management reference considering elements as follows: a. Skills, b. Machine, c. Lubricants, d. Lubrication, e. Tools, f. Inspection, g. Lubricant Analysis, h. Troubleshoot, i. Waste, j. Energy, k. Reclaim and l. Management)

- **ICML** – Body of knowledge (MLT I, MLT II, MLA I, MLA II, MLA III, MLE)
- **ASTM D 7720** – Statistically Evaluating Measurand Alarm Limits when Using Oil Analysis to Monitor Equipment and Oil for Fitness and Contamination
- **ASTM D7684** – Microscopic Characterization of Particles from In-Service Lubricants
- **ASTM D4378** – Standard Practice for In-Service Monitoring of Mineral Turbine Oils for Steam and Gas Turbines
- **TICD-JB-0506/93** – RCT CAT III (Experto en la Evaluación Económica-Financiera de los Beneficios de un Programa de lubricación de clase mundial – Requerimientos de Calificación del Personal)
- **TICD-CF-1809/95** – RCT CAT II (Experto en Análisis de Aceite de Clase Mundial con la Metodología ABCDE® – Requerimientos de Calificación del Personal)
- **TICD-ED-1910/90** – RCT CAT I (Experto en Lubricación y Control de la Contaminación de Clase Mundial – Requerimientos de Calificación del Personal)
- **TICD-AS/1207/16** – RCT CAT IV (Experto en Gestión Tribológica de Activos y Cambio de Cultura de Lubricación – Requerimientos de Calificación del Personal)
- **TICD-MT/3012/55** – RCT CAT V (Master of Lubrication Administration – LUBRICATION MASTER – Requerimientos de Calificación del Personal)

AMEFT – ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA TRIBOLOGICA

El AMEFT de la Gestión Tribológica de Activos se denomina **CLAP**. Se consideran los Modos de Falla relacionados con:

- Contaminación de los fluidos lubricantes
- Lubricación
- Análisis del lubricante
- Personal (factor humano)

El resultado de la realización del **AMEFT/CLAP** será la identificación de los Modos de Falla del activo y sus síntomas (uso de guías y formatos en ISO 17359:2018) y entonces, de las causas raíz de falla del mismo, ejemplos: contaminación con partículas sólidas del lubricante, ingreso de agua al sistema, frecuencia insuficiente -o excesiva- de lubricación de rodamientos, uso del lubricante incorrecto, contaminación con glicol, contami-

nación cruzada, error/equivocación humana al aplicar un lubricante por otro, etc.

Adicionalmente, el Modelo de la Gestión Tribológica de Activos, cuantifica ecológica y financieramente, los beneficios obtenidos por la eliminación de los Modos de Falla Tribológicos y los expresa en base a diferentes KPÍ's, tales como: reducción de averías, reducción de lubricantes de desecho, incremento en el ciclo de vida del activo, retorno de la inversión de proyectos de mejora en lubricación expresados en términos de VPN (Valor Presente Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y PPI (Período de Pago de la Inversión), considerando la TMR (Tasa Mínima de Retorno) de la organización

La manera de cuantificar el trabajo de la Gestión Tribológica de Activos (para cada activo/máquina/equipo) es mediante el Índice Techgnosis (ITG®)

El Índice Techgnosis (ITG®) para un activo, se determina en función de los siguientes factores:

$ITG® = f(\text{Índice de Contaminación, Índice de Lubricación, Índice de Análisis del Lubricante, Índice del Personal- Factor Humano, Índice Ecológico, Índice Financiero})$

Para cada índice se hace la cuantificación en base a los siguientes parámetros de calificación:

1. Se tiene implementado en el activo: 100 puntos
2. Se tiene parcialmente implementado: 50 puntos
3. No se tiene implementado: 0 puntos
4. NA – No aplica (en tal caso, no hay cuantificación)

Índice de Contaminación (IC) – Se evalúa si se tiene protección contra el ingreso de partículas sólidas, agua, otros lubricantes u otras sustancias y si se tienen medios de eliminación de partículas (ferromagnéticas y no ferromagnéticas) y de remoción de agua (deshidratación) u otros contaminantes. Se consideran las Normas ISO 12669, ISO 4406, etc.

Índice de Lubricación (IL) – Se cuantifica si tiene el lubricante, la cantidad y la frecuencia de lubricación correctos

Índice de Análisis del Lubricante (IA) – Se evalúa si se tienen los puertos de muestreo y el equipo de toma de muestra correctos y si se cuenta con la frecuencia de muestreo establecida, así como los límites de precaución y límites críticos definidos para los aditivos, básico, contaminantes y metales de desgaste de la maquinaria.

Se consideran: ISO 17359-2018, ISO 14830-1:2019, ASTM D 7720, ASTM D 7684 y ASTM D4378, entre otros estándares

Índice del Personal - Factor Humano (IP)

– Se determina si el personal está entrenado y certificado en lo relativo a la lubricación, el control de la contaminación y el análisis del lubricante y otros factores de SHE (Seguridad y Ergonomía en las tareas de lubricación, Salud y Medio Ambiente) y si aplica la herramienta de cambio cultural en hábitos de lubricación CIT® (Casi Incidente Tribológico). Se considera el estándar ISO 18436-4 CAT I y CAT II y el estándar TICD-AS-1207/16

Índice Financiero (IF) – Se cuantifican el VPN - valor presente neto, la TIR - tasa interna de retorno y el PPI - periodo de pago de la inversión en la Gestión Tribológica del Activo tomando en consideración la TMR (Tasa Mínima de Retorno) de la organización que aplica el ITG® para incrementar el ciclo de vida de sus activos y la confiabilidad de los mismos. Se cuantifican los ahorros por uso de lubricantes de alto desempeño, ahorros por filtración, ahorros por deshidratación, ahorros por consolidación de los lubricantes, ahorros por rediseño de la maquinaria, ahorros por eliminación de fugas, ahorro por análisis de aceite, ahorro de energía por uso de lubricantes sintéticos, se determinan los ahorros por la reducción del pasivo ambiental (lubricantes de desecho). Se considera el estándar TICD-JB-0506/93

Índice Ecológico (IE) – Se determina la reducción del pasivo ambiental (lubricantes de desecho, otros residuos relacionados con la gestión de lubricación, efluentes de la planta y el impacto ecológico) así como se consideran también los planes y recursos en casos de contingencia (derrames de aceite, por ejemplo), planes de recuperación de los lubricantes usados y la descontaminación del sistema, uso de trampas de aceite para evitar que se vayan a los mantos freáticos, uso de materiales oleofílicos, etc.

El Índice Techgnosis (ITG®) para cada activo se determina sumando cada Índice y obteniendo el promedio:

$$ITG® = (IC + IL + IA + IP + IE + IF) / 6$$

El objetivo es que para cada activo el ITG® sea igual o mayor a 80 puntos (de un total de 100 posibles). En el documento TICD-GCH-2512/34 se

desglosa detalladamente cada índice a cuantificar (puntos concretos de evaluación/inspección para cada activo en su contexto operacional), así como el cálculo de cada índice

Ver documento TICD-GCH-2512/34 a continuación. Se hace ejemplo de aplicación del ITG®

EL ITG® Y LA PLANTA 4.0

El ITG® considera en la evaluación, ejecución y medición de la Gestión Tribológica de Activos, todo lo relativo a la Planta 4.0 (IoT -Internet de las Cosas-, Digitalización, Conectividad, etc.) en lo concerniente a lubricación, análisis de aceite y control de la contaminación de los lubricantes, por ejemplo: lubricación wireless, monitoreo de condición del estado del aceite en tiempo real con Scada, estado de equipos/accesorios de control de la contaminación –como filtros respiradores con desecante- con señal bluetooth, etc., etc.

METODO/PROCEDIMIENTO

1. Se registran los datos administrativos (ID del activo, planta, persona encargada de la tarea, etc.) en las celdas correspondientes
2. Se identifica con claves alfanuméricas si se tienen (o no se tienen o sólo de manera parcial) implementadas las políticas/acciones/dispositivos/equipos/procedimientos que se incluyen en el formato para eliminar los Modos de Falla listados en cuanto a: Contaminación de los lubricantes, Lubricación, Análisis de Aceite y Factor Humano y si, además, se cuantifica el beneficio de ello desde el punto de vista de reducción de averías, mejora en seguridad, medio ambiente y reducción de costos operativos
3. Las acciones señaladas en azul, son de ejecución obligatoria en todo proceso de mejora de la gestión tribológica de los activos
4. Cuando no aplique una política/acción/dispositivo/equipo/procedimiento se deberá de escribir las letras NA y no deberá de considerarse en el momento de cuantificar el INDICE en cuestión
5. Si se tiene implementada la política/acción/dispositivo/equipo/procedimiento de manera completa y efectiva se califica con 100 puntos, si es de manera

parcial con 50 puntos y si no se tiene implementada con 0 puntos

6. Deberá de obtenerse el promedio en función de las categorías que apliquen, excluyendo del cálculo las que no apliquen
7. Si la calificación de cada Índice es igual o inferior a 50 puntos, la condición del activo se señala mediante un color rojo para fines de rápida identificación, si el puntaje es mayor a 50 y menor a 80 la condición se señala por un color amarillo y si el puntaje es igual o mayor a 80 puntos (debiendo siempre cubrirse la política/acción/dispositivo/equipo/procedimiento que son obligatorios, celdas en azul) el color de identificación del estado de la gestión tribológica del activo será verde
8. La política/acción/dispositivo/equipo/procedimiento que no tenga una calificación de 100 puntos se señalará en gris y representará el PLAN DE ACCION DE MEJORA EN LA GESTION TRIBOLOGICA DEL ACTIVO en cuestión
9. Ventajas del ITG®: Con el uso de esta simple pero poderosa herramienta es posible hacer una evaluación inicial del estado del activo, determinar las acciones de mejora y, finalmente, llevar al activo a una condición verde, que significará la excelencia en lubricación y, sin duda, el incremento en su ciclo de vida con todas las consecuencias positivas que ello representa: incremento de la confiabilidad, reducción de averías, incremento en el OEE, incremento en el MTBF, reducción del pasivo ambiental (lubricantes de desecho), mejora en las condiciones de seguridad y ergonomía en las tareas de lubricación, alto retorno de la inversión, etc.
10. El ITG® puede representarse gráficamente de manera digital en el CMMS de la empresa y/o físicamente en un tablero, donde a modo de un Balance Score Card, todos los involucrados (Mantenimiento, Confiabilidad, Predictivo y Gerencia) puedan de “una sola vista” tener una rápida y clara imagen del estado de sus activos.

Ejemplo de aplicación del índice techgnosis

INDICE TECHGNOSIS® - MEDICION DE LA GESTION TRIBOLOGICA DE ACTIVOS®						
ID DEL ACTIVO: IG-208						
DESCRIPCION/TIPO DEL ACTIVO (TRANSMISION, SISTEMA HIDRAULICO, TURBINA, MOTOR DE COMBUSTION INTERNA, COMPRESOR, BOMBA, ETC.): TRANSMISION						
CRITICIDAD DEL ACTIVO: AAA						
CONTAMINACION						
C1-SE TIENE PROTECCION CONTRA EL INGRESO DE PARTICULAS SOLIDAS	SI - 100	PARCIAL - 50	NO - 0	NO APLICA	TOTAL	
C2-SE TIENE PROTECCION CONTRA EL INGRESO DE AGUA	100				100	
C3-SE TIENE PROTECCION CONTRA LA CONTAMINACION CRUZADA (OTROS LUBRICANTES)	100		0		100	
C4-SE TIENE PROTECCION O MEDIDAS CONTRA EL INGRESO DE OTROS CONTAMINANTES (SOLVENTES, REFRIGERANTE, COMBUSTIBLE, ETC.)				NA	0	
C5-SE TIENE SISTEMA DE FILTRACION Y OBJETIVO ISO 4406 EN BASE A ISO 12869 (CUANDO ESTE APLICABLE)				NA	0	
C6-SE TIENE SISTEMA DE DESHIDRATACION Y OBJETIVO DE CONTENIDO DE AGUA MEDIDA CON KARL FISCHER				NA	0	
C7-SE TIENE SISTEMAS DE INHIBICION DE FORMACION Y/O ELIMINACION DE BARNICES Y LACAS (PARTICULARMENTE EN EL CASO DE TURBINAS) U OTROS CONTAMINANTES				NA	0	
C8-SE TIENE SISTEMAS DE ELIMINACION DE PARTICULAS FERROMAGNETICAS				NA	0	
C9-SE TIENEN PROCEDIMIENTOS DE FLUSHING/LAVADO/CONDICIONAMIENTO BAJO ESTANDAR ISO ESPECIFICO				NA	0	
C10-SE TIENE SISTEMA DE MONITOREO DE CONTROL DE LA CONTAMINACION DIGITALIZADO - PLANTA 4.0 (IoT)	100				100	
INDICE DE CONTAMINACION - IC					75	
LUBRICACION						
L1-SE TIENE EL LUBRICANTE CORRECTO	SI - 100	PARCIAL - 50	NO - 0	NO APLICA	TOTAL	
L2-SE TIENE LA CANTIDAD CORRECTA DE LUBRICANTE Y LA MANERA DE VERIFICARLA	100				100	
L3-SE TIENEN LOS DISPOSITIVOS Y ADECUACIONES EN EL ACTIVO PARA LA CORRECTA APLICACION DEL LUBRICANTE		50			50	
L4-SE TIENE LA FRECUENCIA DE LUBRICACION CORRECTA			0		0	
L5-SE TIENE SISTEMA DE IDENTIFICACION POKA YOKE	100				100	
L6-SE TIENE RUTA DE LUBRICACION ESTABLECIDA CON ORDENES DE TRABAJO Y/O PROCEDIMIENTOS (EXCEL, CMMS: SAP, MAXIMO, ETC.)	100				100	
L7-SE TIENE SISTEMA DE LUBRICACION DIGITALIZADO (COMO LUBRICADORES DE UN SOLO PUNTO, POR EJEMPLO - PLANTA 4.0 (IoT))				NA	0	
INDICE DE LUBRICACION - IL					58	
ANALISIS DEL LUBRICANTE (ACEITE Y/O GRASA)						
A1-SE TIENEN PUERTOS DE MUESTREO DEL TIPO CORRECTO (EN BASE A ASTM D 4378, TICO-CF-1809/95 O ISO 18436-4 CAT I Y CAT II, POR EJEMPLO) Y EN EL LUGAR CORRECTO PARA ASEGURAR LA REPRESENTATIVIDAD DE LA MUESTRA	SI - 100	PARCIAL - 50	NO - 0	NO APLICA	TOTAL	
A2-SE TIENE LA FRECUENCIA DE MUESTREO DEFINIDA Y ESTABLECIDA (POR OEM, POR CRITICIDAD O EN BASE A CURVA P-F CON AJUSTE DE POISSON)	100				100	
A3-SE TIENE EL EQUIPO DE TOMA DE MUESTRA ADECUADO		50			50	
A4-SE TIENE EL PUNTO ALFA (LINEA BASE, REFERENCIA CERO) ESTABLECIDO DEL LUBRICANTE UTILIZADO EN EL ACTIVO			0		0	
A5-SE TIENEN LIMITES DE ALERTA/PRECAUCION Y LIMITES DE ALARMA/CRITICOS ESTABLECIDOS PARA ADITIVOS, BASICO, CONTAMINANTES Y METALES DE DESGASTE (EJEMPLOS DE REFERENCIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LIMITES: ISO 14830-1:2019, ASTM D7720, ASTM D4378, OEM, PROVEEDOR DE LUBRICANTES, TICO-CF-1809/95) Y SE ENCUENTRAN LOS RESULTADOS DENTRO DE LOS LIMITES ESTABLECIDOS			0		0	
A6-SE IMPLEMENTAN EFECTIVAMENTE LAS ACCIONES CORRECTIVAS A LAS CAUSAS RAIZ DE FALLA IDENTIFICADAS POR EL ANALISIS DEL LUBRICANTE (ACR-ANALISIS DE CAUSA RAIZ)		50			50	
A7-SE TIENEN DISPOSITIVOS PARA OBSERVAR EL ESTADO DEL ACEITE EN EL FONDO DE LOS ACTIVOS (POR EJEMPLO, EN BOMBAS, REDUCTORES, ETC.)				NA	0	
A8-SE TIENEN ANALISIS CONJUNTOS DEL LUBRICANTE CON ANALISIS DE VIBRACIONES PARA EQUIPOS SELECCIONADOS (NOTA: SI EL MODO DE FALLA NO ES TRIBOLOGICO, SINO MECANICO, EL ANALISIS DE VIBRACIONES ES EFECTIVO EN LA IDENTIFICACION DEL MODO DE FALLA; DESALINEAMIENTO, DESBALANCE, RESONANCIA, ETC.)		50			50	
A9-SE TIENE SISTEMA DE MONITOREO DE CONDICION - ANALISIS DEL LUBRICANTE DIGITALIZADO - PLANTA 4.0 (IoT)				NA	0	
INDICE DE ANALISIS DEL LUBRICANTE - IA					36	
PERSONAS - FACTOR HUMANO						
P1-EL PERSONAL A CARGO DEL ACTIVO ESTA ENTRENADO Y CERTIFICADO POR TICO (RCT CAT I - LUBRICACION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION, RCT CAT II - ANALISIS DE ACEITE) O POR EL ICML (MLT I)/MLA I - LUBRICACION, MLA II - ANALISIS DE ACEITE O POR STEL (CLUBRICACION, COMA Y II - ANALISIS DE ACEITE)	SI - 100	PARCIAL - 50	NO - 0	NO APLICA	TOTAL	
P2-SE TIENEN DESCRIPCIONES DE PUESTO Y EVALUACION DE COMPETENCIAS APARTE DEL ENTRENAMIENTO (P1) PARA EL PERSONAL A CARGO DE LAS TAREAS RELATIVAS A LA LUBRICACION, ANALISIS DE ACEITE Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DE LOS LUBRICANTES Y SUS SUPERVISORES		50			50	
P3-SE REVISAN LAS HOJAS DE SEGURIDAD (MSDS) DE LOS ACEITES Y GRASAS Y OTRO TIPO DE LUBRICANTES (PASTAS, LUBRICANTES SOLIDOS) UTILIZADOS EN EL ACTIVO			0		0	
P4-SE TIENE IMPLEMENTADA LA HERRAMIENTA PROACTIVA DE CAMBIO CULTURAL DE HABITOS DE LUBRICACION BASADA EN COMPORTAMIENTO (CIT*), CAS INCIDENTE TRIBOLOGICO				NA	0	
P5-SE TIENE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL PARA EJECUTAR LAS TAREAS DE LUBRICACION, TOMA DE MUESTRAS, FILTRACION, ETC. EN EL ACTIVO		50			50	
P6-SE TIENEN ACCIONES DE REDISEÑO/MODIFICACIONES ENFOCADAS EN MEJORAR LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD Y ERGONOMIA DE LAS TAREAS DE LUBRICACION/TOMA DE MUESTRAS/CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL ACTIVO EN CUESTION Y EN ALMACENES Y SUB-ALMACENES DE LUBRICANTES				NA	0	
P7-SE HACEN MEDICIONES DE COMO LAS ACCIONES DE LA GESTION TRIBOLOGICA DE LOS ACTIVOS REDUCEN LA CLASIFICACION DE RIESGO DE LAS TAREAS DE LUBRICACION, TOMA DE MUESTRAS, INSPECCION, FILTRACION, ETC., EN LA MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS				NA	0	
P8-SE TIENE ENTRENAMIENTO Y MANEJO DEL SISTEMA DE GESTION DE LAS TAREAS DE LUBRICACION/ORDENES DE TRABAJO (CMMS DIGITALIZADO) - PLANTA 4.0 (IoT)				NA	0	
INDICE DEL FACTOR HUMANO-PERSONAL - IP					33	
EVALUACION FINANCIERA DE LA GESTION TRIBOLOGICA DE ACTIVOS						
F1-SE DETERMINA EL VPN - VALOR PRESENTE NETO DE LOS BENEFICIOS POR LA ELIMINACION DE LOS MODOS DE FALLA TRIBOLOGICOS AL ACTIVO	SI - 100	PARCIAL - 50	NO - 0	NO APLICA	TOTAL	
F2-SE DETERMINA LA TIR - TASA INTERNA DE RETORNO DE LOS BENEFICIOS POR LA ELIMINACION DE LOS MODOS DE FALLA TRIBOLOGICOS AL ACTIVO				NA	0	
F3-SE DETERMINA EL PPI - PERIODO DE PAGO DE LA INVERSION DE LOS BENEFICIOS POR LA ELIMINACION DE LOS MODOS DE FALLA TRIBOLOGICOS AL ACTIVO				NA	0	
F4-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR USO DE LUBRICANTES DE ALTO DESEMPEÑO				NA	0	
F5-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS OBTENIDOS POR LA FILTRACION DE LOS ACEITES				NA	0	
F6-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS OBTENIDOS POR DESHIDRATACION DE LOS ACEITES				NA	0	
F7-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR ELIMINACION DE BARNICES, LACAS U OTROS CONTAMINANTES				NA	0	
F8-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR LA CONSOLIDACION DE LOS LUBRICANTES				NA	0	
F9-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR EL REDISEÑO (INSTALACION DE ACCESORIOS) DE LA MAQUINARIA				NA	0	
F10-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR LA ELIMINACION DE FUGAS (10 GOTAS/SEG = 15768 LTS/AÑO, APROXIMADAMENTE)				NA	0	
F11-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR LA ELIMINACION DEL EXCESO DE USO DE GRASA				NA	0	
F12-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR LLEVAR A CABO UN PROGRAMA DE ANALISIS DE LUBRICANTE EFECTIVO PARA ELIMINAR MODOS DE FALLA				NA	0	
F13-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR EL USO DE LUBRICANTES SINTETICOS (REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA)				NA	0	
F14-SE CUANTIFICAN LOS AHORROS POR LA EXTENSION DE VIDA DE LOS LUBRICANTES				NA	0	
F15-SE DETERMINA EL INCREMENTO EN EL CICLO DE VIDA DEL ACTIVO O ELEMENTOS LUBRICADOS (RODAMIENTOS, ENGRANAJES, BOMBAS HIDRAULICAS, ETC.) Y DEL CICLO DE VIDA DEL LUBRICANTE, CON SU CORRESPONDIENTE CUANTIFICACION MONETIZADA U OTROS INDICADORES (DISPONIBILIDAD, MTBF, ETC., ETC.)				NA	0	
F17-SE EVALUAN OTROS BENEFICIOS LATERALES OBTENIDOS AL IMPLEMENTAR MEJoras EN PRACTICAS DE LUBRICACION, CONTROL DE LA CONTAMINACION Y ANALISIS DE ACEITE (POR EJEMPLO, LA REDUCCION DEL COSTO DE PRIMAS DE SEGUROS)				NA	0	
F18-SE HACE UNA REVISION CON LA ALTA GERENCIA DE LAS MEDICIONES Y BENEFICIOS ECONOMICO, FINANCIEROS, OPERATIVOS Y DE SEGURIDAD Y ECOLOGIA RESULTANTES DE IMPLEMENTAR LAS ACCIONES DEL PROGRAMA DE LA GESTION TRIBOLOGICA DE ACTIVOS		50			50	
INDICE ECOLOGICO-FINANCIERO - IF					50	
EVALUACION ECOLOGICA DE LA GESTION TRIBOLOGICA DE ACTIVOS						
E1-SE CONTEMPLAN ACCIONES DE RECUPERACION DE LOS LUBRICANTES PARA MAXIMIZAR SU USO Y LA LIMPIEZA DE AREAS/DESCONTAMINACION/REMEDIACION DE AREAS CON LUBRICANTES PARA CUMPLIR CON REQUISITOS LEGALES/GUBERNAMENTALES (DISPOSICION Y MANEJO SEGURO DE LUBRICANTES DE DESECHO)	SI - 100	PARCIAL - 50	NO - 0	NO APLICA	TOTAL	
E2-SE CUENTA CON PROCEDIMIENTOS Y RECURSOS EN CASO DE DERRAME DE ACEITES, FOSAS DE RECUPERACION API, MATERIALES OLEOFILICOS, ETC.	100				100	
E3-EL ACEITE SE CAMBIA EN FUNCION DE LA CONDICION DEL MISMO A TRAVES DEL ANALISIS DE ACEITE Y SE DOSIFICA LA CANTIDAD CORRECTA DE GRASA EVITANDO EXCESOS Y DESPERDICIO				NA	0	
E4-SE DETERMINA LA MEJORA EN EL IMPACTO ECOLOGICO A TRAVES DE LA REDUCCION DEL PASIVO AMBIENTAL (DECREMENTO EN LA CANTIDAD GENERADA DE ACEITES Y GRASAS DE DESECHO, COMO RESULTADO DE LA ACCION E3)				NA	0	
INDICE ECOLOGICO - IE					100	
INDICE TECHGNOSIS - ITG					59	
OBJETIVO PARA EL EQUIPO/MAQUINA EN EL PROGRAMA DE GESTION TRIBOLOGICA DE ACTIVOS ES TENER UN ITG IGUAL O SUPERIOR A 80. EL INDICE TECHGNOSIS SE DETERMINA DE LA SIGUIENTE FORMA: ITG = (IC + IL + IAL + IFH + IEF) /						
ESTADO DE LA GESTION TRIBOLOGICA DEL ACTIVO - ITG			ACCION	Menor a 50	50 a 79	80 a 100

REFERENCIAS

Cálculo del ITG® en: <https://www.grupo-techgnosis.com/blog.php>



Forma parte de la Comunidad Internacional Techgnosis, entrénate con nosotros, certifícate e implementa en tu planta un Sistema de Lubricación de Clase Mundial RCT® (Reliability Centered Tribology) de Reducción de Averías y Optimización de Costos.

Los mejores materiales (Libros RCT) cada uno con decenas de programas de cálculos complementarios en la Nube (Technotips)



A quiénes aplican los cursos de Techgnosis:

Técnicos y vendedores de lubricantes, profesionales de la Confiabilidad, Analistas de Laboratorio, Ingenieros de Lubricación, Jefes/Supervisores de Mantenimiento, Mecánicos, Operadores TPM, Facilitadores en RCM, Coordinadores de Mantenimiento Predictivo, Personal docente Universitario en las Carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica o Ingeniería industrial, Gerentes de Mantenimiento, Gerentes de Operaciones

Hazte acreedor a la Medalla RCT® de Excelencia en Lubricación Techgnosis (Consultar bases)



Ver cerca de 40 cursos en nuestro sitio web:

ver seminarios

RCT NIVEL I – Experto en Lubricación de Clase Mundial y Control de la Contaminación (Incluye Cuerpo de Conocimientos de TICD-ED-1910/95 e ISO 18436-4 CAT I para la Certificación del ICML MLT I y MLA I)

RCT NIVEL II – Experto en Análisis de Aceite de Clase Mundial con Metodología -ABCDE-Ω (Incluye Cuerpo de Conocimientos de TICD-CF-1809/95 e ISO 18436-4 CAT II para la Certificación del ICML MLA II). Incluye ISO 14830:2019, ISO 12669, ASTM D7720, etc.

RCT NIVEL III – Experto en la Evaluación Económica y Financiera de un Sistema de Lubricación de Clase Mundial (Incluye Cuerpo de Conocimientos de TICD-JB-0506/93. No hay Certificaciones en este estándar en: ISO, ICML o STLE)

RCT NIVEL IV – Gestión Tribológica de Activos (Cubre Cuerpo de Conocimientos de: TICD-AS-1207/16. No hay Certificaciones en este estándar en: ISO, ICML o STLE)

RCT NIVEL V - Master of Lubrication Administration-LUBRICATION MASTER/L55 (Incluye Cuerpo de Conocimientos de: TICD-MT-3012/55. No hay Certificaciones en este estándar en ISO o STLE. ICML tiene una Certificación aproximada para cubrir el Cuerpo de Conocimientos de este estándar de TICD: MLE)

Información e inscripciones

Ventas:

areacomercial@grupo-techgnosis.com
ventas@grupo-techgnosis.com
raularaiza@grupo-techgnosis.com

Dirección Comercial:

jacriado@applitchgnosis.com

Dirección General:

joseparamo@grupo-techgnosis.com
joseparamo@techgnosis.com
jose_paramo@hotmail.com

Asset Tribological Management, S.A. de C.V. - Una empresa del Grupo Techgnosis

Sitio web:

www.grupo-techgnosis.com

Teléfonos:

+52 462 1398684

+52 477 6358957



1er

Seminario Panamericano de Mantenimiento

I SEPMAN

El 10 de diciembre de 2020 marcó el inicio del primer seminario panamericano de mantenimiento, un evento organizado por el Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento COPIMAN, organismo suscrito a la unión panamericana de asociaciones de ingenieros UPADI.

ORGANIZADORES



Lourival Tavares



Viviane Teixeira



Carlos Almeida



REPORTAJE



El Evento

Este seminario fue uno de los resultados de la reunión internacional de COPIMAN de septiembre. El evento tuvo una duración de 3 días en horario comprendido desde 6:00 PM a 9:30 PM, desde el 8 al 10 de diciembre.

El seminario fue elaborado en un formato de mesa redonda, exponiendo diferentes puntos de vista o enfoques con respecto a un mismo tópico.

El evento fue organizado por el Ing. Lourival Tavares delegado de COPIMAN-BRASIL, apoyado por el Sr. Carlos Almeida y la Sra. Viviane Texeira, que en corto tiempo lograron organizar y promover un seminario online que tuvo más de 1.000 asistentes simultáneos, no solo del país de habla portuguesa sino de toda América.

El SEPMAN fue un evento gratuito, con el objetivo de fortalecer el criterio de sostenibilidad ambiental, desarrollo social, crecimiento económico y la transferencia de tecnología en América. Todo basado en las mejores prácticas en todo el continente, reuniendo diferentes profesionales tanto de alcance nacional como internacional.

El seminario comenzó con las palabras del delegado de Brasil de COPIMAN, Lourival Tavares, felicitando a todos los panelistas y personas que participaron en la organización de este primer seminario. Para el equipo de Predictiva21 fue un honor colaborar en la promoción de este evento como una organización.

Las Mesas Redondas

La primera mesa redonda, fue presidida por el Ing. Julio Carvajal Brenes, Expresidente de COPIMAN, y delegado de la organización por Costa Rica, la temática de esta primera mesa fue la confiabilidad y mantenimiento.

La segunda mesa redonda ocurrió al día siguiente 9 de diciembre, su presidente fue el actual presidente de COPIMAN Ing. Gerardo Trujillo. La temática de esta mesa se orientó al gobierno corporativo y la salud. Cumplimiento y mantenimiento en tiempos de pandemia.

La última mesa desarrollada el día 10 de diciembre fue presidida por el Ing. Santiago Sotuyo, Expresidente de COPIMAN en Uruguay. La temática desarrollada en esta mesa redonda fue La Gestión del Mantenimiento, Oportunidades e Incertidumbres.

8

Presidente de Mesa
Julio Carvajal



7 Maneiras de Reduzir o Custo da Manutenção Preventiva
Jhonata Teles



Gestão de Estratégias de Ativos
Santiago Sotuyo



La Confiabilidad, Una Herramienta para Generar Valor en La Gestión de Activos Físicos
Robinson José Medina Nuñez



Confiabilidade Uma nova abordagem.
Newton Jose Ferro

9

Presidente de Mesa
Gerardo Trujillo



Governança Corporativa e Saúde: Compliance e Manutenção em Tempos de Pandemia
Paulo Roberto Walter



5S – Um Forte Aliado para Gerar Consciência Profissional
Haroldo Ribeiro



Segurança e Saúde no Trabalho no Panorama Internacional
Newton Miguel Moraes Richa



A Ergonomia como aporte para Excelência organizacional – Confiabilidade Humana
Carlos de Souza Almeida

10

Presidente de Mesa
Santiago Sotuyo



Gestión de Maquinaria Basada en Riesgo: Una Visión a través de la API RP 691
Enrique Gonzalez



Pipeline da Maturidade na Gestão da Manutenção
Herbert Ricardo Garcia



Estrategias de MBC de las bases a la automatización 4.0
Gerardo Trujillo



Indústria 4.0 Humanizada, comece e potencialize seus resultados
William Franco



Jonatán Teles: “7 maneras de reducir el costo del mantenimiento preventivo”

Debemos tener cuidado de no guiarnos con Benchmarks, al estudiar los tipos de mantenimiento a implementar en una industria, la comparación debe ser con nosotros mismos, como están nuestros activos en este momento, y que podemos hacer para mejorar.

El ingeniero Clasifica las oportunidades de reducción de costos en 3 etapas, cada una con diferentes oportunidades.

1. Planeamiento

a. Optimización de frecuencia

La optimización de la frecuencia de mantenimiento puede reducir considerablemente los costos a través de la disminución de las horas de parada planificada.

b. Optimización de las 5 preguntas

- i. ¿Qué debo hacer?
- ii. ¿Por qué estoy haciéndolo?
- iii. ¿Quién lo hará? Conocimiento+Habilidad+Actitud
- iv. ¿Con que lo hará? Recursos requeridos
- v. ¿Cómo lo hará?

2. Ejecución

a. Compliance de Procedimientos ¿Cómo nos aseguramos que se están realizando las actividades establecidas?

b. Elevación de la mantenibilidad Tomar medidas que faciliten la ejecución de las labores de mantenimiento. Por ejemplo: Mejorando los accesos a las zonas donde se realiza el mantenimiento.

c. Elevación de la Productividad de la mano de obra.

3. Post-Ejecución

a. Oportunidades de mantenimiento proactivo / Redesign (Rediseñar sistemas para disminuir los costos de mantenimiento).

b. Repotenciación de Componentes.

Aprovechar estas oportunidades es fundamental para disminuir los costos de mantenimiento y lograr empresas más competitivas.

Carlos Almeida “Ergonomía como contribución a la excelencia organizacional”

“Todo lo que conseguí aprender en las empresas con que estuve trabajando, fue gracias a las personas a los equipos con que tuve la honra de trabajar...”

“Una empresa energizada, estimula el comprometimiento de las personas en la organización”

El ingeniero Almeida, presento los pasos para lograr la Ergonomía Organizacional:

1. Provocar entendimiento de actividades.
2. Identificar, analizar y evaluar
3. Generar consciencia profesional en el trabajo
4. Aplicar y mantener las 5 S (Organización, Orden, Limpieza, Aseo y Disciplina)
5. Todos deben generar buenas ideas
6. El aprendizaje se construye
7. Nuestras acciones determinan nuestro futuro
8. Distinción Central de la Ergonomía

Todos estos elementos son fundamentales para lograr una transformación en la ergonomía de las organizaciones.

Enrique Gonzalez “Gestión de Maquinaria basada en Riesgo, Una visión a través de la API RP 691”

El Ingeniero Enrique Gonzalez hablo de la importancia de la gestión de riesgo para la industria, y cuál es la metodología de la practica API, que establece los requisitos mínimos para un programa de gestión de riesgo en máquinas.

La mitigación de riesgo en general se logra con:

- Identificación del nivel de riesgo
- Identificar la probabilidad de falla POF y las consecuencias de falla COF a fin de entender los factores de riesgo
- Identificar los escenarios con suficiente detalle para proporcionar entregables para cada etapa del ciclo de vida
- Identificar acciones para mitigar tanto la POF como la COF
- Seleccionar y probar las acciones de mitigación que reduzcan suficientemente el riesgo
- Documentar e implementar todas las acciones de mitigación seleccionadas

La norma contempla áreas como: salud y seguridad, medio ambiente, producción y gestión. Cubriendo aspectos que no están cubiertos por otros análisis como: Análisis de peligro de proceso PHA, Ventanas de integridad operacional IOW's o Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM. Esta norma se encuentra contemplada para equipos de alto riesgo definidos así por el instituto Americano de Petróleo API.

Homenaje a Lourival Tavares Una grata y merecida sorpresa

La gran sorpresa del evento fue el homenaje de COPIMAN al maestro Lourival Tavares, con el objetivo de nombrar el 14 de noviembre, como el día de la ingeniería de mantenimiento en Brasil, día del nacimiento del Sr. Tavares. Miembros de COPIMAN de toda América al igual que muchos amigos y colegas de Lourival en Brasil participaron en el homenaje enviando videos de agradecimiento, muchos hablando de grandes anécdotas y experiencias que compartieron con el homenajeado.

La mayoría hablo no solo de las capacidades y habilidades profesionales del Maestro Lourival sino más de su calidad humana, lo describen como una persona alegre, que siempre tiene una anécdota y siempre tiene un a enseñanza. La mayoría de los profesionales involucrados en el video fueron estudiantes del Maestro y después compartieron con él en la vida profesional.

Les recomiendo que vean el video con un pañuelo, es un orgullo para nosotros ingenieros ver que con humildad esfuerzo y dedicación es posible dejar una huella en el mundo, contribuyendo en el desarrollo del mismo.

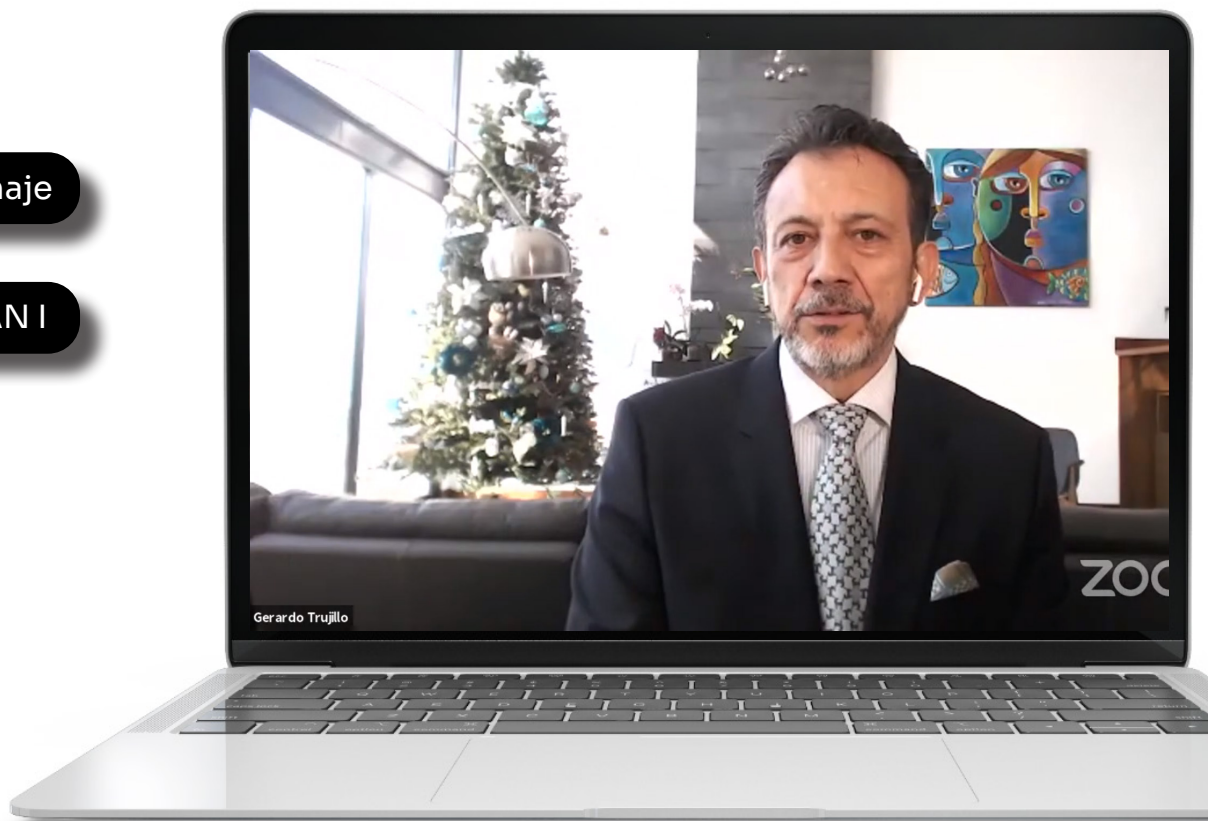
El presidente de COPIMAN Gerardo Trujillo, que siente al homenajeado como su "Pai" aprovecha la oportunidad para nombrar los SEPMAN como "SEPMAN - Lourival Tavares" Como tributo a sus esfuerzos constantes de integración panamericana.

perseverante
Maestro Apasionado
 Compañero Inspiración Camarada
Profesor Amigo Socio
 Devoto Guía Vencedor
 Tutor Inspirador **Lider**
 Educador Colega

14 de
Noviembre
 Día de la Ingeniería de
 Mantenimiento en Brasil
 en Homenaje a
Lourival Tavares

Ver homenaje

Ver SEPMAN I



Capacitación para empresas

Cursos Línea y Presenciales

Descarga el catálogo de cursos

ver catálogo

Índice de cursos

Área de Ingeniería de Mantenimiento

1. Estándares de Planeamiento y Control del Mantenimiento
2. Gestión de Costos de Mantenimiento (OCH)
3. Mantenimiento Productivo Total (TPM)
4. Administración de Mantenimiento
5. Gestión y Optimización de Inventario para mantenimiento
6. Auto-Evaluación de Mantenimiento
7. Estrategias de Gestión de Mantenimiento - ABC-RAM y TIC
8. Gestión de Mantenimiento
9. Definición de Recursos de Mantenimiento
10. Inspecciones, Revisiones, Ajustes
11. Planificación, Programación y Costos de Mantenimiento

Área de Ingeniería de Confiabilidad

1. Fundamentos de Ingeniería de Confiabilidad Operacional
2. Análisis de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad (RAM)
3. Introducción a la Confiabilidad Humana
4. Aplicación de la Norma ISO 14224 en sistemas CMMS para gestión de Activos
5. Generación de Planes Óptimos de Mantenimiento Centrada en Confiabilidad
6. Mantenimiento por Condición para Equipos Estáticos y Dinámicos (Mantenimiento Predictivo)
7. Planificación, Gestión y Optimización del Mantenimiento enfocado en Confiabilidad
8. Técnicas de Análisis de Fallos y Solución de Problemas a través del Análisis de Causa Raíz
9. Taller de Análisis de Confiabilidad (Detección de Oportunidades)
10. Sistemas de Indicadores (KPI) para evaluar la Gestión del Mantenimiento

Área de Desarrollo Técnico

1. Pruebas de Eficiencia en Compresores Centrífugos y Turbinas a Gas
2. Análisis de Vibración Nivel I
3. Análisis de Vibración Nivel II
4. Lubricación como herramienta efectiva del mantenimiento de equipos dinámicos
5. Principios de funcionamiento, operación y mantenimiento de motores a resaca rotocombustión

Análisis RAM (Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad)

Descripción del curso

Este curso otorga al participante habilidades en los principales aspectos ligados con los análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de equipos e instalaciones complejas con el fin de dar soporte al mejoramiento y optimización de la gestión y vida útil de los activos productivos.

Modalidades en las que puede ser dictado:

Presencial (al día completo) -
Presencia en línea (con facilitador en vivo) - 16 horas

A quién va dirigido el curso:

Ingenieros y Técnicos que se inician en el campo del Mantenimiento Predictivo en plantas industriales.

Objetivo del curso:

El objetivo del curso es enseñar y desarrollar un caso práctico de análisis RAM durante las sesiones, para que el estudiante se encuentre en la capacidad de realizar estudios de este tipo por su cuenta.

Qué incluye el curso:

- Certificado de asistencia y participación de Predictivos
- Material Complementario del curso

Programa del curso

Definiciones y Conceptos. Relación de un RAM con la Vida del Activo. Etapas para un Análisis RAM.

- Definiciones y conceptos básicos: TPO, TPE, Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad, Efectiva, Ejercicios.
- Análisis RAM y su relación con la gestión.
- Qué es el análisis RAM.
- Metodologías utilizadas para análisis RAM.
- Diagramas de bloques, Diagramas de Mantenimiento para la implementación de un RAM.
- Modelos: con diagrama de bloques: con cas heroic, paralelo, serie-paralelo, etc.
- Ejercicios.
- Medios de retroalimentación y pruebas.

Construcción del Modelo en el RAM

- Planificación y agenda del RAM.
- Documentación requerida para la construcción operativa, RAM.
- Construcción de modelo RAM.
- Cálculo de disponibilidad de RAM.

Bases de Datos, Ajuste y Combinación de Fuentes

- Bases de datos: Excel, Access, etc.
- Genéricas: OREDA, etc.
- Particulares (recopilación de datos de instalaciones).
- Opinión de expertos.
- Combinación de fuentes de datos.
- Agentes de los datos comerciales, etc.
- Distribución de datos.

Caso Práctico

- Simulación de RAM.
- Análisis de RAM.
- Identificación de oportunidades para un RAM.
- Resultados.

Fuente gráfica: El Marsh

Sensores en el análisis de aceite



Jorge Alarcón
Global Technical Manager, OCM
jorge.alarcon@bureauveritas.com

Sensores, estamos rodeados de ellos y su aplicación se ha extendido a prácticamente todos los sectores y ámbitos de la vida cotidiana. Sensores para medir el sueño, para contar los pasos, para conducir coches y un largo, interminable y extenso etcétera que parece no tener fin.

Sin darnos cuenta hemos entrado en un bucle donde todo aquello que no esté sensorizado (termino que se aplica a cualquier elemento que cuente con un sensor capaz de medir alguna de sus variables intrínsecas) no cuenta con un valor añadido actualizado, tiende a ser considerado obsoleto y probablemente una oportunidad para ser “sensorizado”.

El ámbito de la lubricación industrial no se encuentra lejos del mundo de los sensores. Si bien los primeros proyectos piloto en esta área se remontan a los años 80 no fue hasta entrados en los 2000 que su introducción al mercado industrial tomó mucha fuerza.

En la mayoría de los casos el objetivo esencial de los sensores es dar una alerta temprana del estado o condición ya sea del aceite o bien del componente o sistema lubricado. Entra en juego en este sentido la tecnología de medición y posterior transformación de la información

que el lubricante transporta la cual debe, por medio de algoritmos o transformaciones numéricas, dar como resultado final un valor que sea fácil de entender e interpretar desde el punto de vista del mantenimiento.

No es el objetivo de este artículo discutir las diversas tecnologías analíticas, sino por el contrario responder a una pregunta que actualmente suena mucho en diferentes ámbitos industriales. Se habla mucho de sensores en sistemas lubricados, pero se ven muy pocos instalados, ¿a qué se debe esta situación? Si la sensorización se ha extendido a todos los niveles industriales, ¿qué es lo que detiene a estos elementos a ser parte de integral del ciclo de un activo industrial?

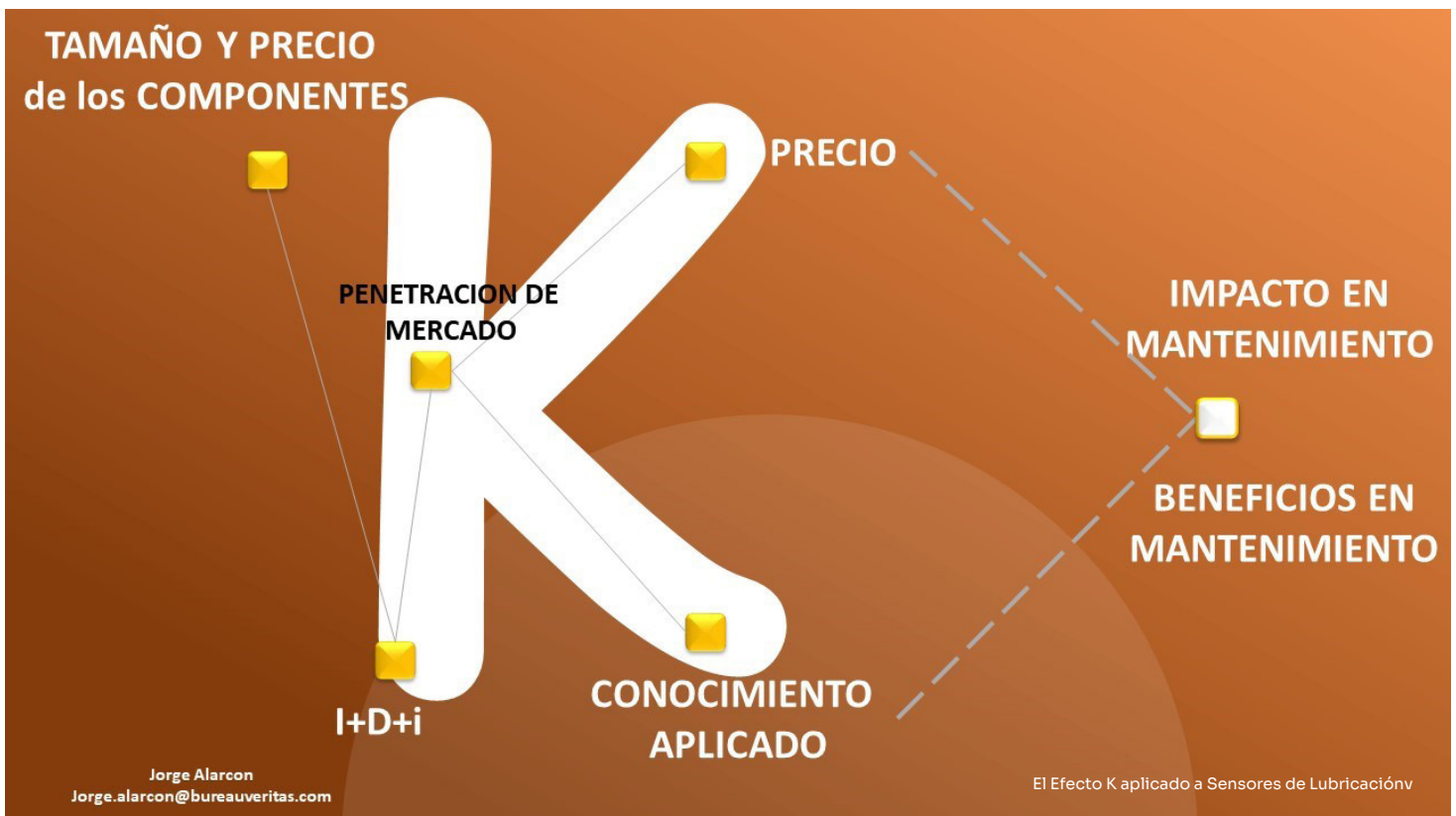
Mientras estudiaba la carrera de ingeniería, uno de mis principales afanes era poder hacer un resumen de todo lo que había aprendido. En

La mayoría de sistemas de control modernos disponen de tres elementos clave: los sensores, los actuadores y el microcontrolador.

Autor anónimo

términos sencillos el objetivo de mi resumen era que mi memoria realice el recorrido que días antes había realizado para aprender un tema en concreto. En algunos casos funcionaba a las mil maravillas, en otros en cambio hacer el resumen me ayudaba a reforzar lo que había aprendido y en algunos otros el resumen me daba algunas pautas relacionadas con el tema en concreto.

Aún conservo el gen del resumen y lo llevo ahí donde voy, en caso de que el lector no pueda o no desee hacer el recorrido de este artículo conmigo, puede echar un vistazo a uno de mis infalibles resúmenes, preste mucha atención a él mientras lo analiza y posiblemente no haga falta ir líneas abajo para entender y dar respuesta a la pregunta planteada inicialmente, ¿Por qué hay tan pocos sensores en equipos lubricados?



Posiblemente este sea uno de los resúmenes más sencillos de interpretar, sin embargo vamos por partes y definamos cada una de las intersecciones del efecto K.

Primera Parte, el tamaño no importa

Hace algo más de 10 años el sensor de análisis de lubricantes que se desarrolló en el centro de investigación donde trabajaba tenía un tamaño cercano al de una mesa unipersonal, con un peso cercano a los 100 kilos tomando en cuenta el volumen de aceite necesario para el análisis. Pensar en comercializar el producto hubiera sido una idea descabellada ya que tanto el tamaño de los componentes así como el precio de los mismos estaba muy por encima de lo que cualquier industria podría haber asumido. En esta fase pura de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) los precios no solo de los sensores son extremadamente altos, sino también la mano de obra del proyecto, pongamos un ejemplo actual. Una hamburguesa de 180 gramos de carne sintética, diseñada en un laboratorio de San Francisco cuesta la friolera de 340.000 dólares americanos, su elaboración requiere de un batallón de 18 expertos (entre PhD, doctores y demás amortales) además de unos equipos de laboratorio que son únicos en el mundo. Sin embargo, debido al avance de la ciencia y la tecnología, se espera que ese precioso trozo de carne cueste, en 10

años, apenas 18 de los famosos billetes verdes. Exactamente esto está ocurriendo con muchos sensores, ya sea los que tenemos disponibles en este momento y aquellos que se están desarrollando en algún laboratorio industrial. No es difícil entender esto si aplicamos la ley de Moore (Gordon Moore 1965, aunque para muchos más que una ley es un cuento de marketing), parafraseando esta ley y aplicándola a los sensores en cuestión, podemos decir que: **cada dos años, los sensores reducen su tamaño y al mismo tiempo su capacidad analítica se duplica.**

La inversión en I+D+i dio lugar que tanto el tamaño como el precio de los sensores sean relativamente asequibles para el mercado industrial, uno de los principales factores de la penetración de mercado. El marketing por su lado, hizo lo que mejor se le da hacer, agrandar el tamaño de la noticia y vestir a un santo con sus mejores galas para realizar la procesión. Fue así, que en los hombros de los devotos, los sensores experimentaron un empuje que no habían tenido hasta la fecha, sin embargo aún no han dado el salto que tantos interesados quieren.

Segunda Parte, no saben de lo que hablan (parafraseando a mi amigo José de NY)

Un alto porcentaje de los fabricantes de sensores se centra en la determinación del conteo de

partículas presentes en el aceite. En el otro lado de la moneda, la demanda del mercado industrial se centra, precisamente, en sensores que sean capaces de determinar la concentración de partículas en el aceite.

El conteo de partículas (CP) es una herramienta fantástica, en manos de quien sabe utilizarla y en especial en las del que sabe interpretarla. Desafortunadamente esta valiosa herramienta se ha visto opacada por la falta de conocimiento aplicado sobre el tema, sobre todo en equipos de generación de potencia el CP no solo brinda el nivel de suciedad o limpieza del aceite, va mucho más allá de eso, está directamente relacionado con la generación y los cambios de ciclo de estos equipos. A la industria le queda aún un largo camino por entender realmente el significado de este parámetro.

67%

de la demanda de sensores de aceite se centra en conteo de partículas

Sigamos con el CP, hace poco realice un trabajo de consultoría para una compañía global en relación a la aplicación, medición y control del CP. Este grupo destinaba una parte de su presupuesto de mantenimiento a tareas de filtración de sus aceites cada vez que el CP sobrepasaba un determinado límite en función de la norma ISO 4406.

No vi mejor manera de malgastar una parte del presupuesto de mantenimiento, el desconocimiento es un arma de doble filo ya que encieguece y al mismo tiempo da una sensación de grandeza. El problema con esta tarea de filtración es que era absolutamente inútil y el razonamiento es muy simple; muchos aceites (no quiero generalizar) entran en un ciclo normal de envejecimiento y la cadena de hidrocarburo se va cortando (o ya sea por cizallamiento, presión, etc.). Estas nuevas cadenas son, lógicamente más pequeñas que sus antecesoras y a temperatura de operación son totalmente solubles en el propio aceite y no causan ningún daño mientras no tiendan a ser oxidables y esto depende de factores como el tiempo de permanencia, el grado de acidez del aceite y un largo y complejo etcétera.

Pero volvamos al tema de la filtración; una vez tomada la muestra y enviada al laboratorio el análisis se realiza a temperatura ambiente y un gran porcentaje de esas cadenas cortas son removidas durante el proceso analítico del contaje mediante un solvente orgánico, pero en ciertos casos como el que comento, no todo se disuelve. A raíz de esto el mantenedor recibía un CP por encima de sus límites recomendados, límites que habían sido cuidadosamente seleccionados por un tercero, que de teoría aparentemente sabe algo, pero en la práctica esta en segunda división. A raíz de esta situa-

ción, el mantenedor dedicaba sus esfuerzos a filtrar aquello que no se podía filtrar, el resto es historia.

Este preámbulo, bastante extenso por cierto, es un ejemplo claro de lo que se conoce como falta de conocimiento aplicado. Mi gran amigo Luis Garcia define este término como conocimiento tácito, el que se aprende a pie de máquina, manchándose las manos, no en una oficina con aire acondicionado y café!

Es así, que los sensores de análisis de aceite, por ser gentil, tendrán su gran día cuando el conocimiento aplicado tenga un impacto medible en el mantenimiento. Aún estamos lejos de ese día, pero tal y como describe Moore en su famosa ley, el tiempo que yo estimo para la penetración masiva de sensores de aceite en el mercado industrial será, sin duda alguna, la mitad (no se sienta mal, el 87% de los lectores necesitan leer al menos 2 veces esta última frase).

Tercera Parte, precio, y escenarios actuales

Todo se resume a eso, precio. Puede tener las mejores características pero si el precio está por encima de lo esperado se descarta. Puede no dar la talla técnicamente, pero si el precio se ajusta a nuestro presupuesto, se compra.

Parece la frase de alguna película barata, sin embargo es la dura realidad en la que muchas empresas viven al momento de la selección de un producto o servicio. Se ha dejado a un lado el aspecto técnico, cada vez pesa menos y de seguir así acabara siendo simplemente una aguja en el pajar de una licitación.

Volvamos al gráfico del efecto K y vea la tendencia que tendrá el precio y como éste,

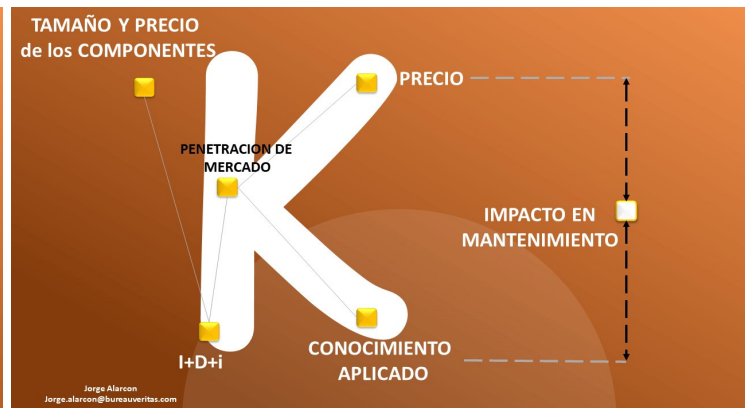
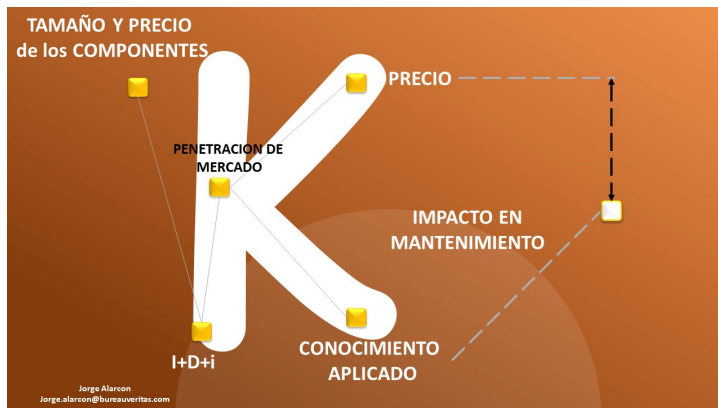
en algún punto del tiempo, se intersecta con el conocimiento aplicado.

Actualmente doy asesoramiento tanto a clientes industriales al momento de seleccionar un sensor, como a fabricantes de sensores para identificar mejoras e integración con el resto de parámetros del análisis de aceite. Claramente puedo identificar algunos posibles escenarios sobre lo que se deslizan este tipo de proyectos.

El primero es lógicamente que el precio se mantenga constante y por consiguiente los beneficios del sensor en cuestión deberán ser extremadamente altos, así se logrará una penetración de mercado pero en un tiempo muy largo.

El segundo escenario es aquel donde el precio baja lo suficiente y el producto es lo suficientemente atractivo desencadenando una explosión en el conocimiento aplicado, que a su vez permitirá una mejora en el producto final.

Llegará el día en el que tendremos una cantidad importante y representativa de sensores instalados en sistemas lubricados? Seguro que sí. Jamás imaginó leer un artículo escrito a miles de kilómetros en su teléfono personal, así que no se preocupe, quédese tranquilo y relájese, la intersección entre el precio y el conocimiento aplicado dará sus frutos y tendremos sensores en sistemas lubricados que nos darán verdaderas alarmas tempranas en función las necesidades de manutención del equipo, no simplemente por aportar un número sin mucho valor añadido. Pero no debe olvidar que los sensores aportaran valor siempre y cuando el conocimiento aplicado haya servido para alimentar un el ciclo de desarrollo de producto.



Preventa 2021

1 Página en
6 Ediciones

por **240** USD

Adquiere tu espacio
publicitario en

PREDICTIVA21

ventas@predictiva21.com

**Anuncia tu
Empresa
aquí**

El Know How y La Gestión Del Activo Humano.

Resumen:

La gestión del talento humano desde la confiabilidad es una de las herramientas para lograr las metas organizacionales, es el reto de los líderes de áreas de producción, confiabilidad, y mantenimiento, implementar los planes estratégicos de entrenamiento, retención y promoción del personal; debe ser un objetivo en el marco de la sostenibilidad del negocio. Es fundamental que nuestros líderes trabajen en su Know How o pericia como mentores formadores de valores y comportamientos del grupo de trabajo logrando así equipos de alto desempeño.

Jaime Rigoberto Díaz Fernández

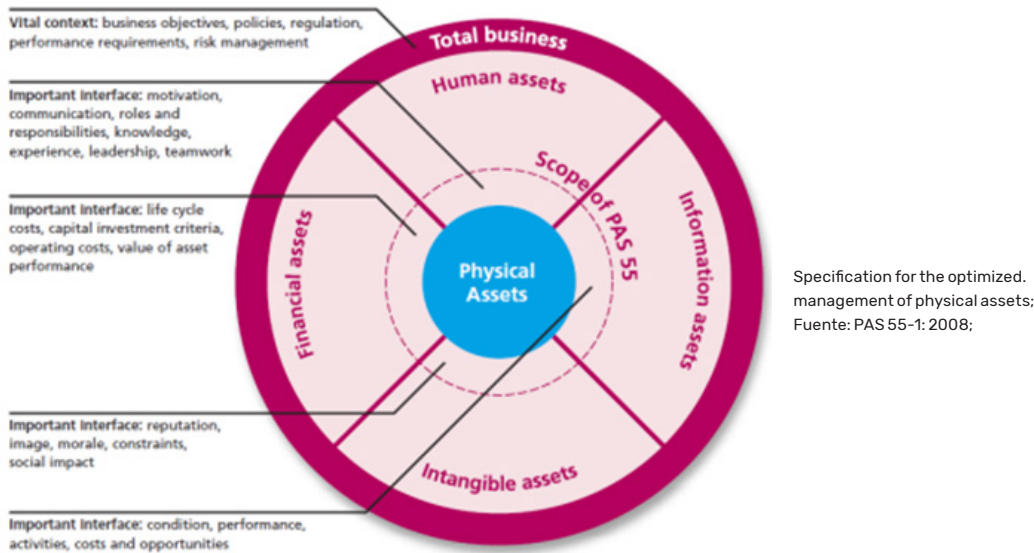
Ingeniero Mecánico

Profesional Certificado en Confiabilidad y Mantenimiento

Correo electrónico y Skype: jrdf74@hotmail.com

Colombia





En esta oportunidad me tomo las libertades de generar unos apuntes sobre el “Know How” también conocido en español como “pericia”, una característica que los líderes debemos afinar en el transcurso de nuestro ejercicio profesional, y que desafortunadamente en el área de mantenimiento, confiabilidad y operaciones tenemos mucho que reforzar, nos hemos concentrado en aprender sobre equipo, partes y máquinas, pero no sobre procesos, negocio y mucho menos gestión del talento humano, lo que indica nuestra gran área de oportunidad en la perspectiva de la confiabilidad humana.

Es fundamental tener la disposición psicológica para enfrentar ambigüedades y la falta de control inherente a los asuntos del manejo del personal que tienen que ver con la gestión técnica del activo y su operatividad.

En el mundo de los negocios las acciones se evalúan en gran medida a partir de los resultados, y afortunadamente los resultados los obtenemos los seres humanos con nuestros esfuerzos dentro de las empresas, por esta razón debemos trabajar en el activo más valioso que tenemos en la organización, su talento humano, he aquí donde los esfuerzos deben ir orientados a implementar la mejora continua de nuestros colaboradores, técnicos, operadores e ingenieros. (Felix Oberholzer y Dennis Yao, profesores de Harvard).

La actividad más importante en las que debemos trabajar para lograr en nuestra operación, una unidad sin uniformidad, es moldear un equipo de líderes.

Algunos principios básicos para moldear un equipo de líderes según Mark Fields son:

1. Compartir las cifras, el razonamiento y los resultados, para darle forma a una visión compartida del negocio y de su contexto.

En el tema de operaciones y mantenimiento es importante que nuestro personal conozca la estrategia corporativa, las metas u objetivos en el corto, mediano y largo plazo. Es nuestra responsabilidad como líderes socializar los indicadores, sus valores o resultados de la gestión y así lograr un compromiso por parte de los colaboradores.

El reto que tenemos como líderes es moldear a las personas de grandes egos, alto potencial, gran energía, para sincronizar los esfuerzos e impulsar el área de mantenimiento y producción hacia adelante, nuestro trabajo como líderes es orientarlos, incluso muchas veces lo único que se necesita es una conversación.

Debemos trabajar en mejorar los comportamientos del personal, generar comportamientos para trabajar y utilizarlos permanentemente.

2. Tener el valor psicológico para afrontar los comportamientos que lesionan la efectividad del equipo de trabajo.

El dilema más frecuente que nos encontramos los líderes que le huimos a los conflictos es enfrentar a ese colaborador complicado o despedirlo.

Si en verdad uno desea moldear un equipo de trabajo debe llenarse de coraje y enfrentar las situaciones directamente cuando el comportamiento de una persona está destruyendo el

equipo de trabajo, y decirle de frente a este colaborador que su comportamiento y proceder no es aceptable y que debe cambiar.

3. Prever los conflictos, sacarlos a la superficie y resolverlos.

Los conflictos son algo natural en las organizaciones producto de los diferentes puntos de vista de nuestros colaboradores, es común que las diferencias o conflictos estén relacionados con él “quién hará que”, con él “como lo haremos” y con la asignación de recursos. Como líderes debemos estar seguros que, cuando se debatan las preocupaciones o situaciones, el miembro de equipo extremadamente competitivo no se aproveche de la vulnerabilidad del menos competitivo, mantener el respeto y la igualdad.

4. Elegir a las personas indicadas.

Escoger nuestro equipo de trabajo y colaboradores es la parte más importante de nuestro rol como líderes en la gestión de activos físicos productivos, debemos buscar personas con cualidades, como destreza técnica, capacidad de tomar decisiones, habilidad para cumplir compromisos, respeto por los otros y capacidad de liderar subalternos, receptividad a nuevas formas de pensar y disposición de trabajar horizontalmente con otros, colocando el ego y la agenda personal en segundo plano para lograr objetivos que redunden en un mejor desempeño organizacional.

Según la investigación de la compañía Yum! Brands con el fin de conocer por que se marcha la gente descubrió que rara vez es por el dinero, las dos razones fundamentales son: No les gusta

el jefe y no se sienten apreciadas.

Acá es donde debemos aprender a ser “mentores” más que “jefes” y diseñar procesos de reconocimiento a los aportes de los colaboradores y del grupo de trabajo, algunos autores sugieren que sea reconocimiento financiero.

5. Ofrecer una pronta retroalimentación y entrenamiento.

La retroalimentación debe mirarse desde la perspectiva correcta, la retroalimentación indica que como líderes o mentores estamos comprometidos con el desarrollo de una persona. Dentro de los equipos de trabajo existen agotadores de energía y generadores de energía; los agotadores de energía son aquellos que solo presentan problemas y dificultades sin proponer soluciones.

Ante estos comportamientos debemos actuar con firmeza y ponerles fin en el ambiente de grupo y más adelante, se le debe dar retroalimentación en privado. Enfrentar este comportamiento en grupo dará el mensaje valioso a todo el mundo, acerca de lo que será tolerado y lo no será tolerado dentro del equipo de trabajo; el truco está en hacerlo sin lastimar el ego de la persona.

Una parte esencial de la construcción de equipos de alto rendimiento radica en recordar los valores corporativos que han acordado y los comportamientos que deben seguir (disciplina y mística), y reforzar esos valores y comportamientos cada vez que sea necesario. No debemos esperar que surjan las situaciones inmanejables, la idea es que las personas mejoren todos los días, por tanto debemos asesorarlas todos los días.

6. Identificar y evitar a quienes descarrilan los propósitos.

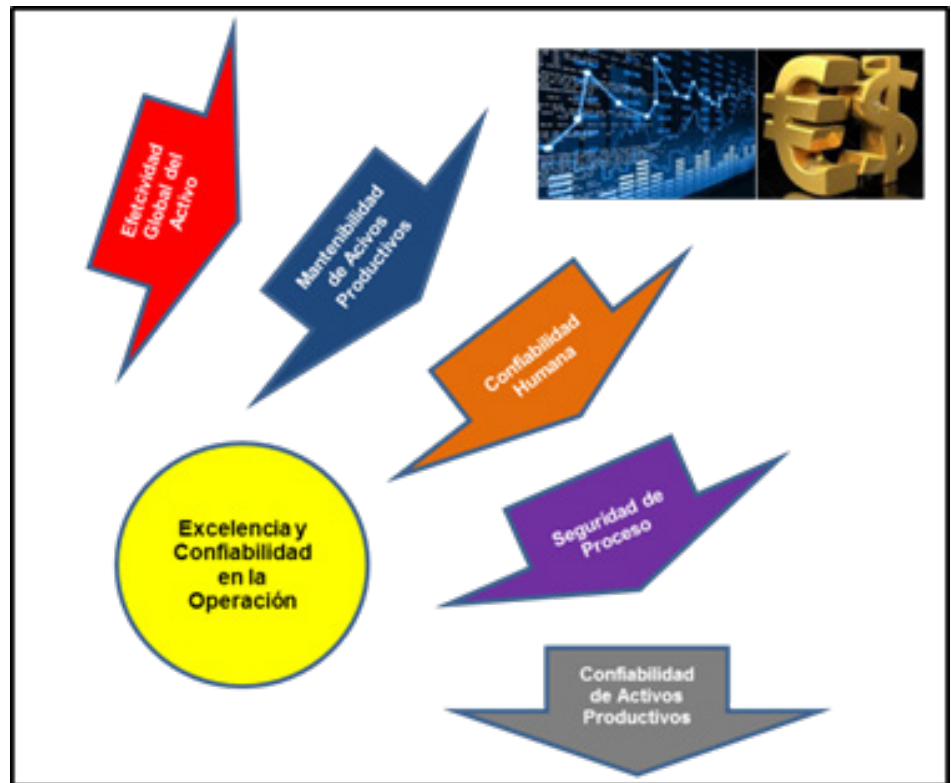
Para moldear un equipo de trabajo como líderes debemos evitar las personas o los comportamientos:

Indecisiones o ambigüedades; evitemos tomar una decisión frente al equipo y después tomar una decisión desde la intimidad de mi escritorio, estos comportamientos no generan confianza.

Evitar personas o comportamientos que transen o negocien en lugar de aumentar un reto o meta.

Evite mensajeros o preferidos dentro de su grupo de trabajo, este comportamiento resta poder dentro del equipo de trabajo.

El temor a brindar retroalimentación a los colaboradores, genera pérdida de respeto hacia el líder.



Factores Determinantes en el Éxito del Negocio . Fuente: Desarrollo propio del autor.

Todo lo que hemos expuesto hasta el momento, mejorar las habilidades de los líderes y forjar equipos de trabajo efectivos, debe traducirse en resultados dentro de la organización (incrementar la confiabilidad operacional y la rentabilidad del negocio), el primer paso debe ser elegir las metas correctas en tiempo y forma, las metas ubican en sintonía la energía de las personas.

Conclusiones:

La pericia o Know How es lo que distingue a los líderes que produce resultados de los demás.

La gestión de activos físicos productivos y su generación de dinero va de la mano de los colaboradores de nuestra organización, por tanto es de suma importancia que afinemos nuestras capacidades y habilidades en el cómo tratamos y desarrollamos a ese activo que mueve la producción.

La capacitación, formación, entrenamiento y certificación de competencias de nuestro personal son fundamentales para lograr las metas, optimizar los recursos, reducir las pérdidas y riesgos en la operatividad.

Debemos tener claras las actividades fundamentales y de alto riesgo en nuestros procesos productivos, para generar un proceso de disciplina operativa que asegure la rentabilidad del negocio.

Los líderes de mantenimiento y confiabilidad junto con sus ingenieros y colaboradores deben hacer mucho énfasis en conocer, entender el proceso físico químico donde se desarrollen, este conocimiento y entendimiento generará establecer la brecha de necesidades en lo referente a entrenamientos y formación.

Bibliografía:

1. Know How, Ocho habilidades que distinguen a las personas de alto desempeño, Ram Charan.
2. PAS 55-1: 2008; Specification for the optimized management of physical assets.

¡Ha Sido Creada La Red Social de la Industria!

1) Ingrese a
www.mobiusconnect.com

2) Haga click en
'Cree su perfil'

3) Comience a
conectar con
profesionales
alrededor
del mundo

La nueva plataforma **MOBIUS CONNECT** es sobre **USTED**, proporcionarle el espacio y la tecnología para conectarse con las personas y los recursos adecuados para ayudarle a resolver problemas, continuar aprendiendo y compartir su experiencia también.

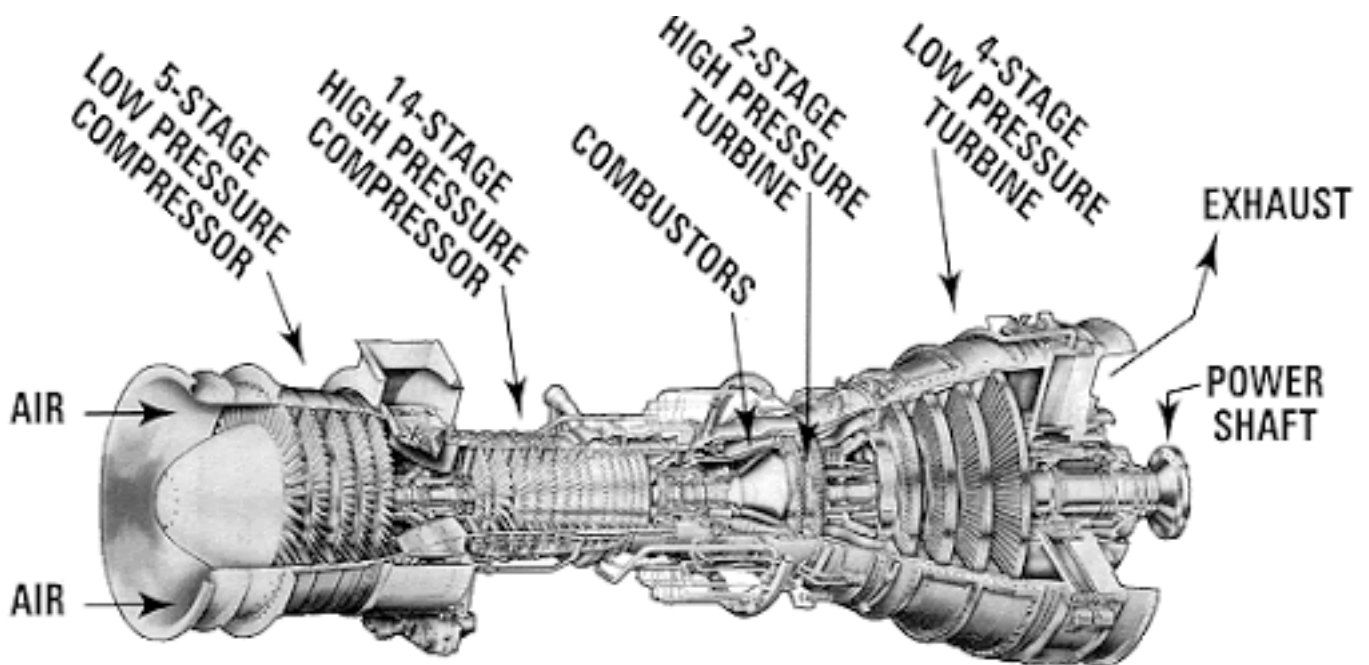


CREE SU PERFIL
GRATUITO EN:

www.mobiusconnect.com

Desgaste de los discos del rotor en turbinas de gas industriales:

Experiencia, riesgo, prevención, corrección y recomendaciones



Manuel Luis Lombardero
CMRP, CMRT, PMP, CAMA
Consultor Asociado - ProActive Engineering
Mlombardero@gmail.com

Resumen

Uno de los modos de falla más relevantes para turbinas de gas industriales operando en ambientes propensos a la corrosión es el desgaste de los discos del rotor. Este desgaste puede llevar a varios mecanismos de fallo incluyendo liberación de clavijas de sellado, fracturas de los discos y traslapes de los soportes superiores de los álabes. Este artículo explora la causa raíz y factores implicados en el desgaste así como las medidas correctivas y de mitigación disponibles tanto por los fabricantes de turbinas como por terceros, desde la perspectiva del usuario.

Introducción

El mecanismo de desgaste, oxidación y erosión de las raíces de los álabes en los discos de rotor es un problema que afecta particularmente a las turbinas de gas que operan de modo intermitente. El mecanismo de desgaste es debido a que subproductos de corrosión se forman entre los discos del rotor y los álabes de turbina debido a la formación de condensación cuando la turbina no está en servicio. Es particularmente severo para turbinas de gas ubicadas en regiones geográficas de alta humedad.

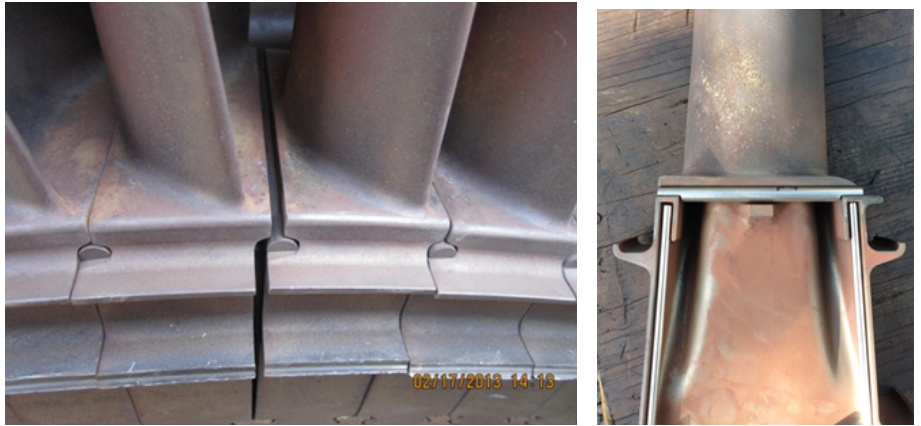
Existe, por diseño, un claro entre las raíces de los álabes y los discos del rotor que permite diferentes crecimientos térmicos entre el rotor y los álabes. Cuando la turbina está en velocidad operativa normal, los discos no se mueven debido a la acción de la fuerza centrífuga, sin embargo cuando la turbina está en bajas revoluciones, como es el caso del giro lento, los álabes se “mecen” de un lado al otro a medida el rotor gira. Este movimiento constante, en conjunto con la formación de corrosión que debilita el metal y actúa como abrasivo, causa un desgaste entre ambas superficies. Aunque el desgaste se presenta tanto en los álabes como en los discos del rotor, es predominante en la superficie de los discos del rotor por que el material es más suave.

Este mecanismo de deterioro acorta la vida útil del rotor de turbina y ha sido documentado desde hace algún tiempo. La Carta Técnica de GE TIL 1049-3R1 “MS6001, MS7001, and MS9001 Gas Turbine Wheel Dovetail Material Loss”, publicada en 1993 trata a detalle este tema, así como las recomendaciones de este fabricante para monitorear, mitigar, y corregir este fenómeno. Los diseños de turbinas más recientes han corregido este problema con metalurgia mejorada, pero dada la gran base instalada de turbinas que ahora se acercan a los intervalos de mantenimiento de rotor, este continúa siendo un problema muy común.

Áreas de Riesgo

La Carta Técnica 1049-3R1 lista los siguientes riesgos asociados a este fenómeno:

1. Potencial de liberación de las clavijas radiales de los álabes



Clavijas de sello de los álabes de turbina con potencial de liberación. Fuente: Propia

Uno de los primeros riesgos asociados al excesivo desgaste en los discos del rotor es la liberación de las clavijas que forman el sello entre los álabes del rotor. Varias turbinas ya han sufrido de este fenómeno. Las clavijas que se liberan típicamente impactan y causan daño a múltiples componentes del paso de gases calientes.



Clavijas liberadas de una Turbina y álabes de 3ra etapa impactados por las clavijas. Fuente: Propia

2. Estrés excesivo en las colas de Milano (dovetails) por pérdida de material

La raíz de los álabes es una región crítica que es fabricada con tolerancias muy estrictas por el alto nivel de estrés que sufre durante la operación. Una falla en la raíz causa daños masivos y paradas forzosas de gran duración. El peligro aquí se origina por un fenómeno asociado a la corrosión conocido como “Fretting”.

El “fretting” es un desgaste, acompañado a veces de daño corrosivo, en superficies con una cierta rugosidad. Este defecto es ocasionado en zonas en las que existen desplazamientos relativos oscilatorios de muy pequeña amplitud, como por ejemplo, una vibración, entre piezas que se encuentran en contacto bajo carga. El movimiento vibratorio provoca un desgaste mecánico y la transferencia de material en la superficie, a menudo seguida de oxidación tanto del metal arrancado como de las superficies metálicas. La amplitud de dicho movimiento vibratorio va del orden de micrómetros a milímetros, pero puede ser tan pequeña como de 3 o 4 nanómetros.

Puesto que el óxido suele ser mucho más duro que la superficie de la que procede, éste termina actuando como un agente abrasivo que aumenta el desgaste por rozamiento y da lugar a la formación de estrías.

El fretting disminuye la resistencia a la fatiga de los materiales que operan bajo ciclos de carga. Como consecuencia de la misma, las grietas pueden crecer de modo que se produzca el fallo de uno de los componentes. Esto se conoce como “Fatiga por fretting”. De acuerdo al Instituto Americano de Aeronáutica, en su publicación “Probabilistic Fretting Fatigue Assessment of Engine Disks”, la fatiga por fretting es uno de los fenómenos más costosos en las turbinas de gas y combinado con

3. Traslape de los soportes superiores de los álabes (Bucket shrouds overlap)

Debido a que son más largos, los álabes de segunda y tercera etapa de turbinas industriales cuentan con soportes en la parte superior. El desgaste en los discos permite un movimiento excesivo que puede ocasionar un traslape en los soportes superiores. Es decir, que un borde de uno de los soportes a veces se solapa con un borde adyacente. En el caso de que se produzca esta condición de superposición, los álabes no se fijan eficazmente a velocidades normales de funcionamiento de la turbina. Esto crea un potencial para la resonancia de fatiga de alto ciclo (High-Cycle Fatigue) en la velocidad de operación que puede conducir al desgaste del álabes y una potencial falla.

5. Rozamiento radial ligero

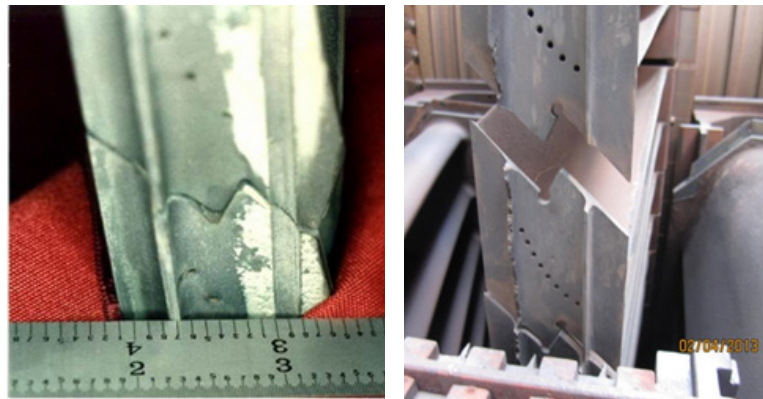
Es común también el rozamiento radial de los álabes con los bloques térmicos por desgaste excesivo de los discos como se evidencia en la imagen .



Evidencia de Rozamiento Radial en álabes de 3ra etapa Fuente: Propia

4. Pérdida de Superficies de Desgaste en álabes con plataformas

Otro fenómeno asociado a excesivos claros entre los álabes y los discos es la pérdida de material en los rieles de las plataformas de los álabes de segunda y tercera etapa. Las imágenes evidencian este fenómeno en los álabes de 2da etapa de dos turbinas de gas.



Pérdida de rieles en plataformas de álabes. Fuente: Propia



Cierres giratorio bloqueados en ranura del disco - Fuente: Propia

6. Desbloqueo potencial de los cierres giratorios (twistlock unstacking)

Otro riesgo identificado es el desbloqueo de los cierres giratorios que limitan el movimiento axial de los álabes de 2da y 3ra etapa de la turbina.

La excesiva corrosión del disco en conjunto con el movimiento excesivo del álabes causa que se pierda el bloqueo del cierre giratorio en la ranura, lo que podría causar desplazamiento axial del álabes dentro del disco. Este desbloqueo de cierre giratorio se puede evidenciar durante las inspecciones observando la posición de los mismos.



Desbloqueo de Cierre Giratorio Evidenciado en Turbina - fuente: Propia

Acciones Correctivas y de Mitigación de Riesgo

Existen una serie de acciones correctivas, algunas recomendadas por el fabricante y otras por terceros. Algunas de estas acciones son dirigidas a controlar la causa raíz del problema, que es la corrosión de los discos, exacerbada por el giro lento. Otras se enfocan en corregir los síntomas presentados por el fenómeno en orden de disminuir algunos de los riesgos.

Operativas

1. Horas en Giro Lento/Arranques

La Carta Técnica TIL 497C “Stand-by Gas Turbines on Extended Shutdown”, recomienda cambios en la operación de turbinas operación intermitente, los mismos están enfocados a minimizar la operación del giro lento. Las recomendaciones son:

- Operar el giro lento sólo 1 hora al día -o-
- Arrancar la turbina 1 vez a la semana para “secar” los álabes y prevenir corrosión.

2. Velocidad del Giro Lento

La velocidad típica del giro lento de muchas turbinas de gas es de 3-6 rpm. Esta velocidad causa que los álabes golpeen fuertemente en ambas direcciones, causando el desgaste excesivo de los discos. Existen modificaciones ya implementadas exitosamente en varias turbinas que consisten en reducir la velocidad de giro lento de las turbinas a través de la instalación de un Variador de Frecuencia y modificaciones a la lógica de enfriamiento de rotor. La velocidad de giro final luego de la modificación es de 1 revolución cada 1 a 3 minutos.

Correctivas recomendadas por Fabricante

General Electric en la carta técnica TIL 1049 sugiere una serie de acciones correctivas “temporales” como alternativas al reemplazo de los discos del rotor. Las mismas tienen como intención darle tiempo al usuario para planear el inevitable reemplazo de los discos. Las acciones son dependientes del nivel de desgaste encontrado:

1. Reemplazar los álabes

La misma Carta Técnica describe el reemplazar los álabes como poco efectivo ya que la mayor parte del desgaste se encuentra en los discos.

2. Instalar Clavijas Sobre-medida

Si el desgaste aún se encuentra en su etapa temprana, existe la opción de instalar clavijas de mayor diámetro. Esta opción no resuelve el tema del desgaste excesivo sino que ayuda a mitigar el riesgo de uno de los síntomas, que es la liberación de las clavijas.

3. Recuperar material perdido Recubriendo los discos

Esta es la opción recomendada cuando el rango de desgaste ya rinde ineficiente la instalación de clavijas sobre-medida, pero aún existe suficiente material base en el disco. Consiste en rociar los discos con una capa metálica en orden de recuperar el material perdido. No existen garantías ni estimados de duración de esta medida y se considera como una medida paleativa. La recomendación del fabricante es ordenar discos de reemplazo en el momento que se requiere este nivel de restauración.

4. Recuperar material perdido Recubriendo los discos

Una alternativa a recubrir el rotor es recubrir la raíz de los álabes. El efecto inmediato es el mismo, pero la aplicación tiene la ventaja que es más rápida. La desventaja es que no ataca la causa raíz del problema y no permite proteger los discos del rotor con una capa anticorrosiva.

Correctivas recomendadas por Terceros

1. Instalación de Clavijas Tri-SEAL

Existe un diseño patentado por el cual se instalan 3 clavijas de sello con soldadas juntas. Esta medida de mitigación no ataca la causa raíz del desgaste en los discos, solo ayuda a mitigar el síntoma de liberación de los pines.

2. Instalación de Discos Usados / Remanufacturados

Existen varios proveedores que ofrecen discos de turbinas usados o remanufacturados. Es posible que sean reemplazados en sitio, lo que generalmente va acompañado de una re-certificación de rotor que es requerida luego de 200,000 horas iniciales y luego cada 50,000. Corrige la causa raíz, pero es de alto costo e involucra una indisponibilidad de 2-3 meses.



Clavijas Tri-sello Siendo Instaladas en una turbina - FUENTE: Propia

3. Intercambio de Rotor

Dada la necesidad de reemplazar los discos para corregir el problema, pero a la vez acortar los tiempos de parada, existen compañías que ofrecen programas de “intercambio de rotor”, incluyendo a los fabricantes.

Conclusión

Para turbinas que operan en ambientes corrosivos o de alta humedad, el monitoreo de desgaste de los discos es una actividad de muy alta importancia ya que al ser desatendido las consecuencias pueden llegar a ser catastróficas. Al igual que con la mayoría de los modos de fallos las medidas de mayor valor son las acciones preventivas tempranas. Controlar la corrosión, minimizar las horas en giro lento, operar periódicamente para secar los discos y modificar las velocidades del giro lento entran dentro de esta categoría.

Para las turbinas de ya presentan el desgaste excesivo hay múltiples medidas de mitigación para escoger, todas con diferentes tiempos y costos de implementación y al decisión de cuál es más conveniente dependerá de la gravedad de la situación, el presupuesto disponible, y las expectativas de operación de las turbinas.

Referencias

1. Ge power generation. Technical information letter til-1049-3r1. “Ms6001, ms7001, and ms9001 gas turbine wheel dovetail material loss”. 5 Feb 1993.
2. Asme gt2009-60352. “residual life assessment and life cycle management of design life expired discs”. 2008.
3. Asme 95-gt-419. “blading vibration and failures in gas turbines part b: compressor and turbine airfoil distress”. 5 Jun 1995.
4. American institute of aeronautics and astronautics aiaa 2011-2030. “Probabilistic fretting fatigue assessment of engine disks under combined lcf and hcf loading”
5. Http://www.Cej-online.Com/how-to-reduce-engine-wear-and-tear-at-low-cost/
6. Ge power generation. Technical information letter til-497c. “Ms6001, ms7001, and ms9001 gas turbine wheel dovetail material loss”. 5 Feb 1993.
7. Cyrus b. Meher-homji & george gabriles “gas turbine blade failures-causes, avoidance, and troubleshooting”

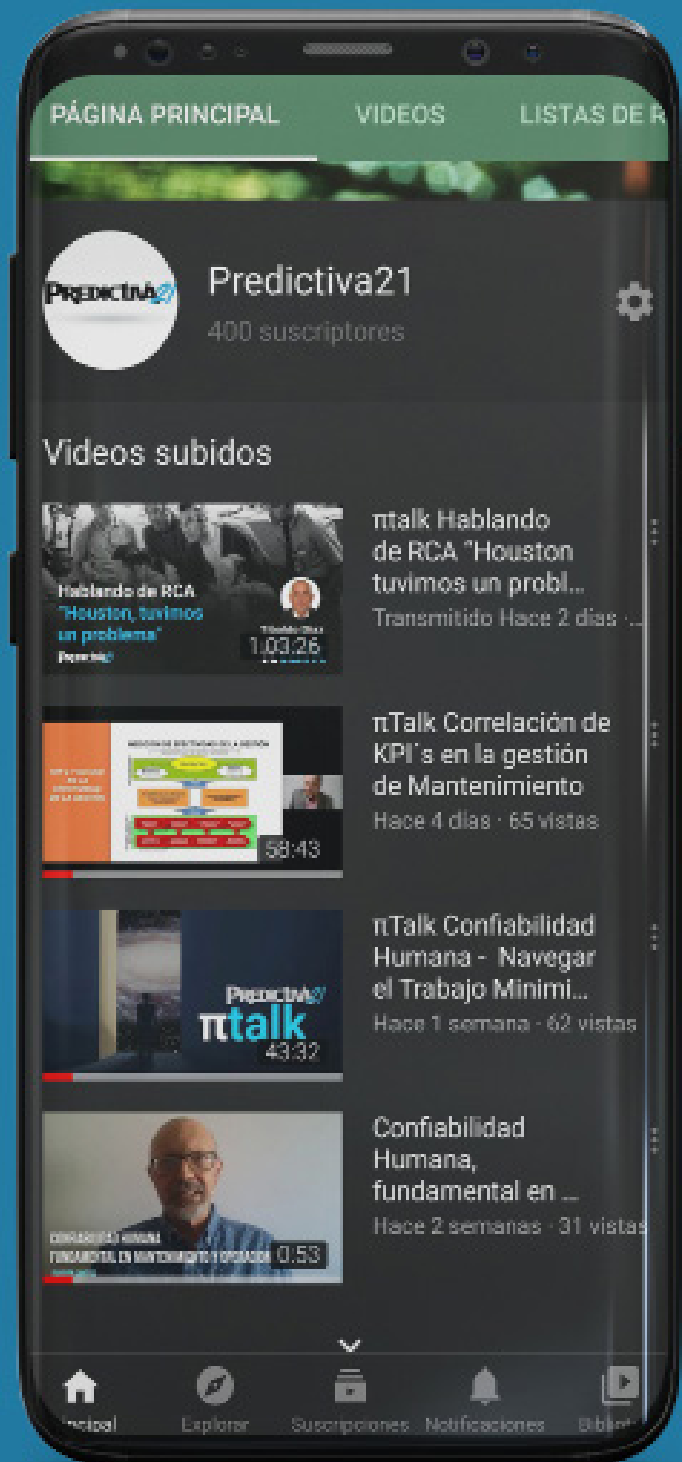
Disfruta de las charlas técnicas

Disponibles en Youtube

π Talk PREDICTIVA21

- [¿Está su planta llena de bombas de tiempo?](#)
- Conozca el proceso RCM-R
- [Confiabilidad en motores eléctricos basada en rodamientos](#)
- [Correlación de KPI's en la gestión de Mantenimiento](#)
- [Hablando de RCA "Houston tuvimos un problema"](#)
- [Análisis RAM en el ciclo de vida de los Activos](#)
- [Introducción a la Planificación y Control de Mantenimiento](#)
- [Confiabilidad Humana - Navegar el Trabajo Minimizando el Riesgo](#)

Visitar canal



APLICACIONES MECÁNICAS DE LA TERMOGRAFÍA

César A. Tejaxún

Maestro en Artes de Ingeniería de Mantenimiento, termógrafo y analista de vibraciones, con amplia trayectoria en mantenimiento, egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Correo: ctejaxun@gmail.com

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/césar-a-tejaxún-solloy-6a530868/>



Introducción

Hace muy pocos años, más por curiosidad que por convicción, me inicié en la termografía, coincidentemente unos meses después y esta vez, ya con plena convicción empecé la maestría en ingeniería en mantenimiento, dos hechos que sin duda alguna han marcado mi carrera últimamente.

La maestría me fue abriendo el campo a un área que no había logrado totalmente comprender y aplicar del mantenimiento, el mantenimiento basado en condición, CBM. Había empezado con la termografía a realizar inspecciones y poco a poco fui diseñando un programa de monitoreo de condición, fui agregando análisis de vibraciones, análisis de lubricantes y finalmente ultrasonido aéreo y estructural.

Con el tiempo y al utilizar varias de estas tecnologías para análisis de la salud de un equipo, también terminé de comprender como entre ellas pueden ser complementarias y el alcance que puede tener una inspección para localizar fallos tan ocultos, que se alejan del principio físico de la tecnología utilizada, para adentrarse ya sea en el campo hidráulico o mecánico.

Es abrumador cuando se inicia; ser el termógrafo en el campo, el analista de la información y muchas veces el técnico que realiza las acciones de mantenimiento derivadas de las inspecciones. Esto finalmente es compensado con los buenos resultados y el aprendizaje durante el proceso.

Este artículo describe como a raíz de una ruta de termografía se llega a resolver un problema hidráulico cuya causa raíz provenía de una falla netamente mecánica.

#FlirE60
#CBM
#PdM
#Termografía

Una inusual imagen termográfica

Quiero compartir este caso con el que me encontré, una ruta de inspecciones termográficas con resultados esperados, nada extraordinario; sin embargo, me he encontrado con resultados que no esperaba, que me dan la oportunidad de seguir aprendiendo, a ampliar mis conocimientos y estar siempre receptivo a lo que se puede encontrar al ver las cosas en IR.

Es rutinario inspeccionar el comportamiento de equipos eléctricos, en este caso, se trataba de una inspección de rutina de un grupo de motores de bombas de suministro de agua a una planta de producción. La situación es la siguiente: un conjunto de 4 bombas centrífugas que funcionan en forma automática y son gobernadas por un sistema hidroneumático que deciden en función de la presión y auxiliados por un PLC, cuantas bombas deben estar funcionando. Debido a la demanda casi constante y alta de la planta, es usual que las 4 bombas estén funcionando casi todo el tiempo.

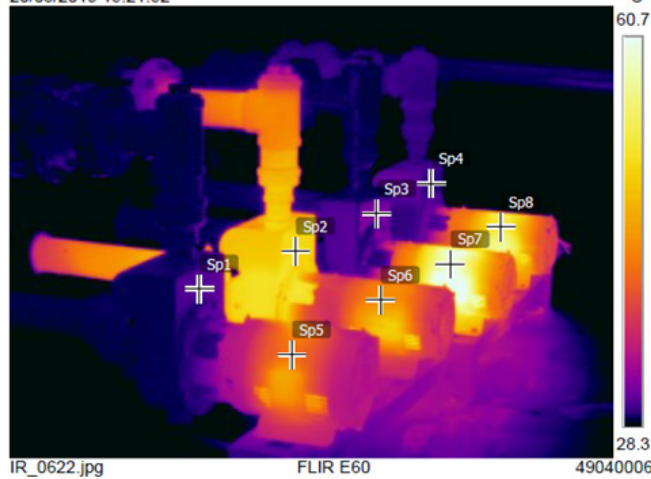


Ilustración 1. Sistema de bombeo múltiple. Elaboración propia.

En este contexto, es de esperar que los motores de las bombas, independientemente de su potencia, se calienten y alcancen la misma temperatura, con una variación muy pequeña entre ellos (hasta 10°C, se consideraría un diferencial aceptable para una condición normal, dependiendo la norma usada de referencia), también se espera encontrar las bombas frías en comparación con los motores.

Encontrar entonces una imagen como la siguiente, simplemente no se ajusta a lo que debería estar ocurriendo.

20/08/2019 15:21:52



Medidas

Sp1	30.4 °C
Sp2	51.0 °C
Sp3	32.0 °C
Sp4	29.5 °C
Sp5	42.4 °C
Sp6	44.8 °C
Sp7	59.5 °C
Sp8	53.1 °C

Parámetros

Emisividad	0.97
Temp. refl.	24 °C
Distancia	3 m
Temp. atmosférica	25 °C
Temp. óptica ext.	20 °C
Trans. óptica ext.	1
Humedad relativa	50 %

Nota

BOMBAS GENERALES P. E.

Ilustración 2. Termograma de un sistema de bombeo múltiple. Elaboración propia.

Se observan claramente dos desviaciones de temperatura, la primera es que uno de los motores tiene un diferencial muy marcado respecto de los 3 restantes; sin embargo, la diferencia más significativa es que la segunda bomba tiene una temperatura mucho mayor a las restantes, esto indica la presencia de una anomalía en el sistema de bombas.

Observación importante: Es importante mencionar que al momento de la inspección la bomba que presenta calentamiento anormal estaba apagada, posiblemente se había disparado por protección. Para hacer una inspección de todas las bombas, se arrancó, se esperó 5 minutos, y fue en ese tiempo en que se dieron esos diferenciales de temperatura. Al cabo de una hora la temperatura sobrepasaba los 100°C.

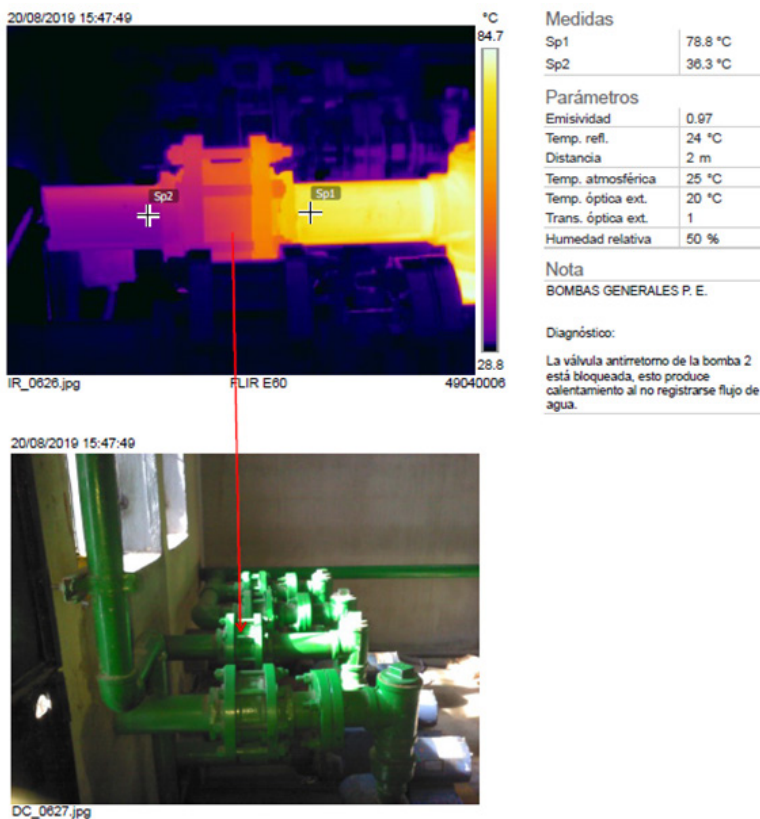
La función de un termógrafo no se circunscribe a encontrar hallazgos y reportarlos, también se debe investigar la causa de las anomalías y proponer soluciones, implica ampliar su inspección a todo el sistema y no solo al elemento sujeto de inspección en ese momento.

Identificación de la causa de la anomalía

La causa del calentamiento anormal en esta bomba es la falla de la válvula anti-retorno en el lado de descarga. Esta válvula es un elemento estándar en los sistemas de bombas, y deben instalarse tanto en el lado de descarga como en el de succión.

Al bloquearse la válvula anti-retorno, no permitía el flujo de agua, lo que producía el calentamiento en la bomba; este calentamiento se extendía a partir de ese punto, tanto hacia la descarga como hacia la succión, razón del perfil termográfico observado.

Esta fue la primera conclusión, un poco obvia o evidente. Debido a la criticidad de este sistema de bombeo, se reemplazó la válvula anti-retorno y se realizó una nueva inspección, los resultados mostraron que el problema persistía, por lo que había un segundo modo de fallo presente. Se procedió a inspeccionar la bomba con más detalle, se desmontó el impeler y las partes que conectan el fluido con el mismo, las partes en cuestión no presentaban desgaste significativo, pero una ellas, el difusor estaba desprendido y el fluido no ingresaba al impeler. Colocar esta pieza en su posición correcta solucionó el problema inicialmente detectado por la termografía.



Conclusiones

1. Una inspección termográfica de motores llevó a descubrir una anomalía aún más grave, no eléctrica sino mecánica en el sistema de bombeo y siendo el suministro de agua, crítico para el proceso, el monitoreo de condición nos demuestra su utilidad y a la vez nos permite tomar acciones correctivas antes de llegar a la falla completa del sistema y como consecuencia la afectación de la producción por la falta del suministro de agua.
2. La existencia de dos modos de fallo diferentes tiende a confundir, inclusive uno de ellos pudo haber sido el detonante para el segundo, por lo que nuestro análisis debe ser completo considerando todos aquellos modos de fallo que se consideren improbables.
3. A diferencia del mantenimiento preventivo, en el que difícilmente se hubiese detectado la falla, debido a que, en este tipo de enfoque, los equipos están parados porque fueron programados para mantenimiento, el monitoreo de condición puede diagnosticar y determinar la severidad de una falla con los equipos funcionando.

Ilustración 3. Localización de la anomalía en un sistema de bombeo múltiple. Elaboración propia.

16 CONGRESO URUMAN

De la Dificultad a la Oportunidad
Confiabilidad Humana en el Mundo Digital

Reportaje

por Tomas Alfaro

tomas.alfaro@predictiva21.com

Un Congreso Diferente

El pasado 19 de noviembre, dio inicio al 16 congreso de URUMAN. Una oportunidad de encuentro para profesionales de mantenimiento, gestión de activos y confiabilidad. El congreso fue realizado en un formato online como respuesta a la pandemia mundial del COVID19, facilitando así la asistencia de espectadores de todo el mundo.

Cientos de profesionales se encontraron en esta edición para escuchar a los expertos y sus nuevas propuestas, muchas enfocadas en el uso de nuevas tecnologías digitales. El congreso de Uruman tuvo una duración de 2 días en un horario comprendido de 8:45 AM – 6:45 PM. Algunos asistentes extrañaron el almuerzo grupal, como una de las actividades que se desarrollaba en las ediciones anteriores. Espacio fundamental para compartir y hacer networking. A pesar de no tener el almuerzo en grupo, los asistentes pudieron conectar en su tiempo libre de forma digital. El software utilizado para la difusión del congreso, te permitía conectar aleatoriamente con otro asistente, e incluso hacer videoconferencia.

Expertos de Reconomiento Internacional

Expertos en diferentes áreas y de diferentes nacionalidades fueron expositores en este congreso de URUMAN. Las exposiciones fluctuaron entre 30 y 45 minutos, con espacios para preguntas y respuestas del público. El contenido de estas exposiciones fue variado, la mayoría enfocado en el uso de herramientas digitales para mejorar las prácticas de mantenimiento, confiabilidad y la gestión de activos. Sin embargo otras se orientaron a casos de aplicación de metodologías o técnicas expuestas. En el congreso de Uruman no solo se habló de activos físicos, sino también se le dio protagonismo a la confiabilidad humana y a la correcta gestión de instalaciones (Facility Management).

A pesar de que todas las exposiciones fueron excelentes, te resumimos algunas de ellas

Como prevenir el deterioro de las estrategias de Mantenimiento y Gestionar el Riesgo – Santiago Sotuyo

El Ingeniero Sotuyo comenzó ilustrando los problemas típicos de mantenimiento en las empresas, estableciendo una diferencia clave entre la gestión del trabajo de mantenimiento y la gestión de estrategia de mantenimiento.

“La correcta gestión de las estrategias no garantiza el éxito, la mezcla entre estrategias correctas y una buena ejecución del mantenimiento es necesaria para lograr que nuestros equipos tengan un desempeño predecible”

Diferentes problemas degradan la calidad de las estrategias de mantenimiento, problemas que conducen a un aumento del riesgo operacional.

El Ing. Sotuyo considera necesario implementar Gestión de Estrategias de Activos (ASM) para mitigar el riesgo y ser más eficientes.

Los beneficios más notables del ASM son:

- Estrategias Digitales Optimas.
- Desarrollo Rapido de Estrategias.
- Enriquecimiento y Consistencia en la data maestra.
- Mejora continua basada en datos.
- Gobernanza Efectiva.

Testimonios de algunos participantes

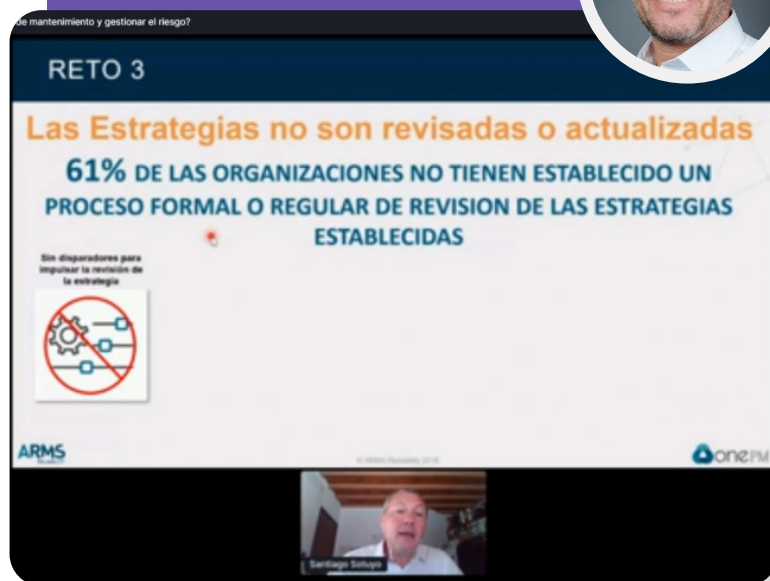
Como la herramienta del congreso nos permitió entablar charlas directamente, utilizamos el chat para hablar con algunos asistentes. Los cuales nos dieron una perspectiva de su participación en el congreso.

“Me parecen que los temas que se han presentado, son muy importantes. Sobre todo la confiabilidad humana, el factor humano debe ser la prioridad en la gestión de las empresas. Lograr ese compromiso, es fundamental para el logro de los objetivos. Es la primera vez que asisto al congreso de URUMAN, ahora estoy dedicado a la docencia, y me parece que estos eventos son muy importantes”

Juan Weston

“Me encantan los congresos, son una oportunidad para encontrarse y aprender de los mejores en las diferentes areas. Siempre vengo al congreso de URUMAN, no me emocionaba el tema online, pero te puedo decir que esta superando mis expectativas.

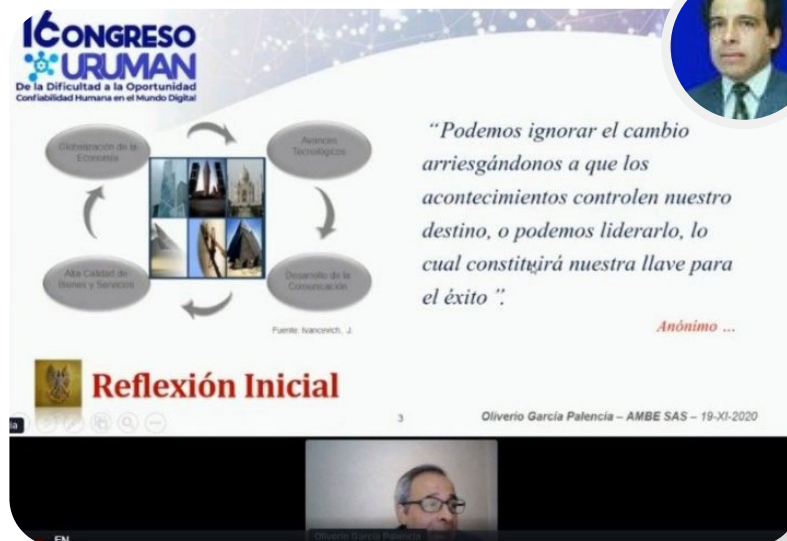
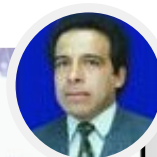
Alejandro Caña




Diagnóstico estratégico de Confiabilidad Humana de una planta de generación eléctrica – Oliverio García Palencia

El análisis de la confiabilidad humana HRA es una técnica utilizada para identificar, analizar, cuantificar documentar y sistematizar los posibles modos de error humano. Los análisis del comportamiento humano están las ciencias más polémicas. Hoy prevalecen diferentes enfoques para la caracterización de los problemas que originan errores humanos. En su exposición el ing. Palencia mostro los resultados de un estudio de confiabilidad humana al personal de una planta de generación eléctrica. Este estudio fue realizado utilizando las metodologías THERP, CREAM, THEA y SRK.


Las metodologías ayudaron a determinar el origen de las fallas producidas por errores humanos. Permitiendo así, definir un programa de mejoramiento que mejoró la confiabilidad humana de la planta.





16 Congreso URUMAN ACCESOFÁCIL


Tiempo restante 1d:1h:27m

KEY NOTE SPEAKER 10 Rights on Asset Management



Terrence O'Hanlon





10 Rights on Asset Management - Terrence O'Hanlon

El Keynote Speaker Terrence O'Hanlon fue el último expositor del jueves. Terrence comenzó su exposición hablando de las organizaciones y su objetivo de generar valor. Él establece que el dinero es la forma en la cual las personas y las organizaciones llevan el control del valor.

Por lo que presenta diferentes cifras que muestran la importancia del mantenimiento y la confiabilidad para generar valor. Estableciendo que los tiempos de parada no planificada perjudican negativamente a las empresas.

“La mayoría del tiempo recurrimos al mantenimiento como una forma de resolver nuestros problemas de confiabilidad. El mantenimiento no asegura el camino, por lo tanto, hemos creado 10 Rights of Asset Management”

Terrence establece en su libro, 10 prácticas para gestionar los activos correctamente:

- Especificalo de Forma Correcta
- Diseñalo de Forma Correcta
- Source it Right
- Construyelo, Fabricalo de Forma Correcta
- Instalalo Correctamente
- Operalo Correctamente
- Mantenlo Correctamente
- Mejoralo Correctamente
- Decomisionalo Correctamente
- Manejalo Correctamente a lo largo de su ciclo de vida

“El secreto de la confiabilidad se encuentra en prestarle atención a estos puntos”

Aporte de valor de los estudios RAM durante el ciclo de vida de los activos - Enrique Gonzalez

Nuestro CEO Enrique Gonzalez, dio un masterclass de confiabilidad específicamente de la metodología RAM (Reliability, Availability, Maintainability). El Ing. mostro la importancia del estudio RAM en la etapa de diseño, y como su implementación temprana aumenta considerablemente su impacto.

Los estudios RAM, se pueden realizar a lo largo del ciclo de vida del activo, ya que es tanto un punto de partida para la evaluación inicial de un negocio, como también para la determinar la obsolescencia.

En la exposición se presentó un estudio RAM realizado a una planta de compresión natural de gas costa afuera, en este caso un estudio de confiabilidad era imperativo, porque el modelo de negocio requería una disponibilidad operacional de más del 98%.

El análisis RAM permitió establecer las siguientes acciones para incrementar la disponibilidad:

Identificar 28 equipos 7,3% del total como equipos críticos.

Reducir tiempos de reparación y de mantenimiento programado.

Reducir tasas de falla eliminando modos de falla específicos mediante: verificaciones, recomendaciones de diseño, proceso, otros.

Planes de mantenimiento optimizados MCC para 28 equipos.

Monitoreo continuo predictivo mediante "machine learning" en equipos y sistemas críticos.

"Estas medidas permitieron cumplir las metas de disponibilidad operacional establecidas, se analizo la viabilidad de las medidas mediante análisis costo-riesgo-beneficio, logrando así los objetivos financieros y de producción del proyecto"



Lubricación de Excelencia con base en el estandar ICML 55.1 - Gerardo Trujillo

El Ing. Gerardo Trujillo Director General de Noria Latam comenzó su exposición con la siguiente afirmación: "Cualquiera lo puede hacer, cualquier lubricante vale, cualquier producto funciona, hay lubricantes multiuso, hay lubricantes multipropósito" La audiencia quedo perpleja por un segundo, segundo en el que culmino su idea: "Esa creencia tiene que desaparecer". "La lubricación a pesar de ser una tarea sencilla, debe ser hecha por profesionales, para tener una estrategia de lubricación de clase mundial"

"¿Quién lo tiene que hacer?, ¿de qué manera debe hacerse? Se debe hacer con las herramientas correctas, con el lubricante correcto, en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, con la frecuencia correcta y por la persona correcta. Si logramos hacer esto la lubricación de clase mundial ocurre"

El Ing. Trujillo establece que debe haber un cambio cultural, debemos construir un programa de lubricación. Alineando sus objetivos con los del mantenimiento, la confiabilidad y la organización.

"Me ha tocado más de una vez llegar a una planta y preguntarle a una persona ¿cómo aplicas la lubricación? Y me dicen con todo orgullo: yo le pongo grasa hasta que sale por el otro lado... Esas personas están en una incompetencia inconsciente, no saben que no saben, pero cuando les hablamos un poco, o ve un colega que tiene mejores resultados por buenas prácticas, entra en un estado que le llamamos incompetencia consciente, tenemos que darnos cuenta que las cosas se pueden hacer mejor, y trabajar duro para lograrlo"

Después de esta reflexión el Sr. Trujillo hablo de los puntos clave que se deben cumplir según el estándar ICML 55.1 y en general cuales son las buenas practicas para lograr una lubricación de clase mundial.

**16 CONGRESO
URUMAN**

CEO Noria - Pte. COPIMAN
Ing. Gerardo Trujillo

"Lubricación de excelencia con
base en el Estándar ICML 55.1"



ver en sitio web

Fundamentos Técnicos de Tribología y Lubricación
06 FEB - 27 FEB 16 horas
 Joaquín Santos

Fundamentos Técnicos de Tribología y Lubricación

~~€264.00~~ \$185.00 USD

Sistemas de Indicadores (KPI) para Evaluar la Gestión del Mantenimiento
08 FEB - 17 FEB 16 horas
 José Contreras

Sistemas de Indicadores (KPI) para Evaluar la Gestión del Mantenimiento

~~€264.00~~ \$185.00 USD

Taller de Análisis de Criticidad (Detección de Oportunidades)
18 FEB - 24 FEB 12 horas
 Tibaldo Díaz

Taller de Análisis de Criticidad (Detección de Oportunidades)

~~€198.00~~ \$138.00 USD

Auto Evaluación de Mantenimiento
01 MAR - 05 MAR 10 horas
 Lourival Tavares

Auto Evaluación de Mantenimiento

~~€100.00~~ \$70.00 USD

Análisis de Costo de Ciclo de Vida LCC
06 MAR - 27 MAR 16 horas
 Edgar Fuenmayor

Análisis de Costo de Ciclo de Vida LCC

~~€264.00~~ \$185.00 USD

Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento
08 MAR - 17 MAR 16 horas
 José Contreras

Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento

~~€264.00~~ \$185.00 USD

Generación de Planes Óptimos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM
22 MAR - 02 ABR 20 horas
 Tibaldo Díaz

Generación de Planes Óptimos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM

~~€330.00~~ \$231.00 USD

Planificación, Programación y Costos de Mantenimiento
05 ABRIL - 14 ABRIL 16 horas
 José Contreras

Planificación, Programación y Costos de Mantenimiento

~~€264.00~~ \$185.00 USD

Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (RAM)
10 ABR - 24 ABR 16 horas
 Enrique González

Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (RAM)

~~€198.00~~ \$138.00 USD

Técnicas de Análisis de Fallos y Solución de Problemas a través del Análisis de Causa Raíz RCA
19 ABR - 30 ABR 20 horas
 Tibaldo Díaz

Técnicas de Análisis de Fallos y Solución de Problemas a través del Análisis de Causa Raíz RCA

~~€330.00~~ \$231.00 USD

Mantenimiento Productivo Total (TPM)
03 MAY - 07 MAY 12.5 horas
 Lourival Tavares

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

~~€100.00~~ \$70.00 USD

Introducción a la Confiabilidad Operacional
08 MAY - 22 MAY 12 horas
 Joaquín Santos

Introducción a la Confiabilidad Operacional

~~€198.00~~ \$138.00 USD

Mantenimiento por Condición para Equipos Estáticos y Dinámicos (Mantenimiento Predictivo)
24 MAY - 04 MAY 20 horas
 Tibaldo Díaz

Mantenimiento por Condición para Equipos Estáticos y Dinámicos (Mantenimiento Predictivo)

~~€330.00~~ \$231.00 USD

Mantenibilidad y su soporte a la Confiabilidad Operacional
05 JUN - 26 JUN 16 horas
 Joaquín Santos

Mantenibilidad y su soporte a la Confiabilidad Operacional

~~€264.00~~ \$185.00 USD

Análisis de Vibración Nivel I
21 JUN - 02 JUL 20 horas
 Tibaldo Díaz

Análisis de Vibración Nivel I

~~€330.00~~ \$231.00 USD

Aplicación de la Norma ISO 14224 en sistemas CMMS para gestión de Activos
19 JUL - 23 JUL 12 horas
 Tibaldo Díaz

Aplicación de la Norma ISO 14224 en sistemas CMMS para gestión de Activos

~~€198.00~~ \$138.00 USD

Compensación de potencia reactiva alineada a un modelo de gestión de mantenimiento en plantas industriales

Actualmente, el desarrollo de instalaciones eléctricas implica problemas de rentabilidad en sus procesos, donde la toma de decisiones están orientadas a la eficiencia energética sin considerar posibles impactos sobre determinados riesgos, puede presentar altos costos no rentables para una planta. Este trabajo muestra un estudio de caso de problemas de compensación de potencia reactiva, mostrando diferentes indicadores técnicos de mantenimiento y gestión económica relacionados con el factor de potencia, considerando impactos de confiabilidad, mantenimiento, costos de consumo de energía y penalizaciones, mostrando una nueva forma de abordar problemas de eficiencia energética alineados con mantenimiento y gestión de activos.

Palabras claves:

Gerencia de Eficiencia Energética, Factor de Potencia, Gerencia del Mantenimiento, Tasa de Falla.



R. Cetina

Instituto Tecnológico de Morelia
Morelia Michoacán, México
rubencetinaabreu@hotmail.com



V. Torres

UNAM
Cd-Mx, México
v.torres.1982@ieee.org



M. Madrigal

Instituto Tecnológico de Morelia
Morelia Michoacán, México
manuelmadrigal@ieee.org



I. INTRODUCCIÓN

Las transformaciones que se van dando en las redes eléctricas ha iniciado la necesidad de utilizar estrategias de gestión que permitan una mejor optimización de los activos críticos a nivel de generación, distribución, transmisión y subtransmisión teniendo como resultados una mejor rentabilidad, control de riesgos, confiabilidad operativa, ahorro y eficiencia energética [1,2].

La eficiencia energética eléctrica ha sido una estrategia que han implementado algunas organizaciones, donde una de las situaciones que se ha presentado en la gestión de la eficiencia energética, es que muchas veces no logra consolidarse debido a que ha sido enfocada mayormente en la eficacia (acciones a corto plazo) y no en la eficiencia (acciones a mediano y largo plazo), teniendo un énfasis en los costos de facturación no considerando los impactos que pueden presentarse en el mantenimiento, confiabilidad y rentabilidad de la planta [3,4], como se muestra en la Fig. 1.



Fig. 1. Consideraciones en la gestión de la eficiencia energética.

Por otra parte la carencia de un modelo de gestión de mantenimiento que contemple aspectos de ahorro y eficiencia energética en la industria es una situación muy común de observar, impactando muchas veces en situaciones no deseables.

II. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS

Un modelo de gestión de mantenimiento consolidado en los sistemas eléctricos, involucra el uso de herramientas y metodologías de optimización que permitan agregar valor. En el modelo mostrado en la Fig. 2, se presenta un modelo generalizado de 8 etapas [5,6], en donde las primeras 3 etapas condicionan a la gestión de eficacia (estrategias a corto plazo), las 2 siguientes etapas a la eficiencia del mismo (a mediano y largo plazo), las 2 posteriores a la evaluación de activos y el último a la mejora continua. La fase 1 muestra los objetivos planteados para mejoras en una planta, dentro de esta etapa se pueden encontrar indicadores técnicos, de operación y financieros mediante una matriz de información llamada cuadro de mando integral. La fase 2 hace relación a establecer una criticidad en sistemas/equipos/componentes críticos (como pueden ser transformadores, protecciones que su disparo involucren una pérdida financiera, etc.), en donde la pérdida de la función impacta en una planta financieramente. La fase 3 hace relación en el análisis de problemas recurrentes significativos en una planta, en donde muchas veces debido al desconocimiento de cómo afrontarlos se decide adaptarse al problema (como puede ser operar una planta a un 70% o de lo contrario se disparan las protecciones o considerar los pagos por penalizaciones por bajo factor de potencia y distorsión armónica). Las fases 4 y 5 hacen referencia a optimizar planes de mantenimiento para evitar la pérdida de la función de activos críticos que pudieran impactar en la planta (que se debe hacer para que cualquier activo crítico continúe con su función en el contexto operacional). En la fase 6, se aplican distribuciones de probabilidades consideradas con el funcionamiento de los activos basados en indicadores básicos de mantenimiento y confiabilidad. La fase 7 se refiere a la evaluación de activos mediante la proyección de todos los costos a lo largo del ciclo de vida, considerando los impactos en el área de confiabilidad y mantenibilidad en los activos. La fase 8 se refiere al uso e implementación de nuevas herramientas que realicen mejoras en una planta. El modelo anterior mostrado para que sea rentable a una organización deberá estar alineado a la gestión de activos como se muestra en la Fig. 1.

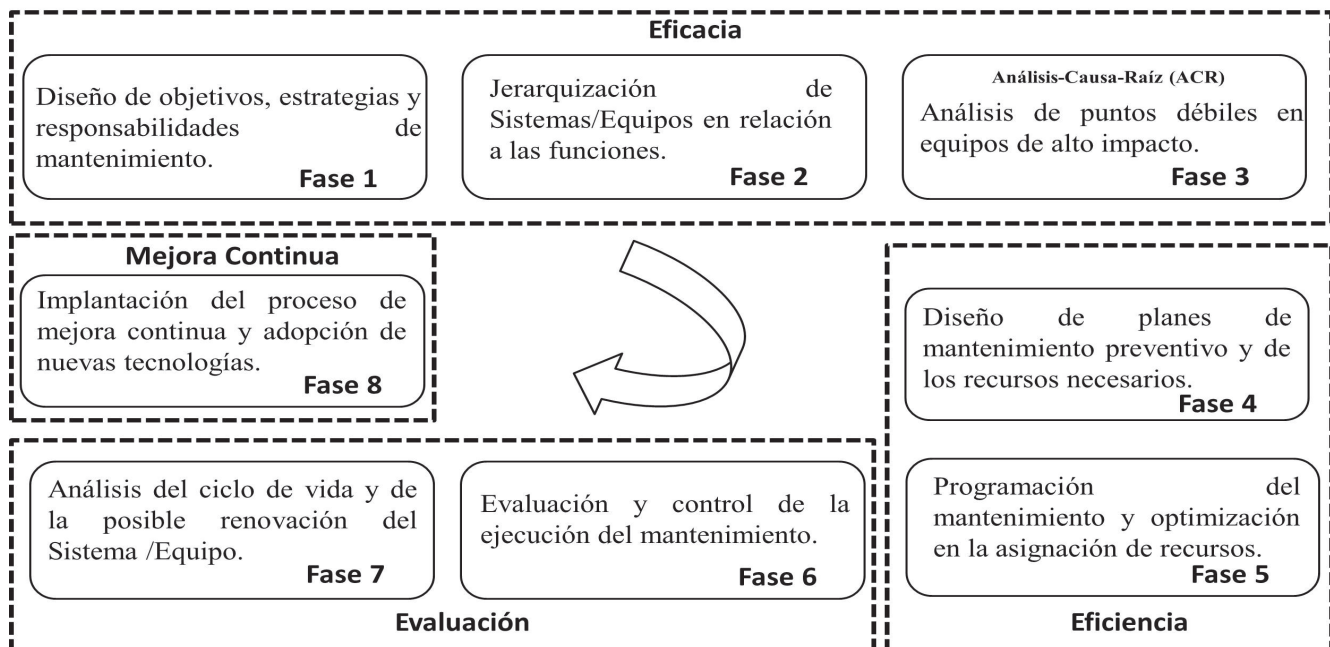


Fig. 2 Modelo de Gestión de Mantenimiento alineado a una gestión de activos [5,6].

III. GESTIÓN DE ACTIVOS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS.

La gestión de activos puede definirse como el conjunto de actividades y prácticas, sistemáticas y coordinadas, que una organización utiliza para conseguir que sus activos entreguen resultados y objetivos de manera consistente y sostenible, gestionando el riesgo y fomentando la cultura corporativa [7]. Esta definición de la gestión de activos representa significativamente un mayor alcance que el de la gestión del mantenimiento y operación técnica de los activos físicos.

Actualmente los sistemas eléctricos han comenzado a enfrentar problemáticas debido a una vulnerabilidad con sus activos [8], existiendo el riesgo de sufrir pérdidas económicas como se muestra en la Fig. 3. En consecuencia por lo anterior expuesto, han empezado a surgir algunos estándares como son la serie de guías ISO 55000/01/02, que mencionan algunas recomendaciones para gestionar los activos a lo largo del ciclo de vida de los equipos [9,10,11], donde una de las sugerencias es poder integrar el uso de indicadores técnicos con los indicadores financieros.



Fig. 3. Problemas actuales que afronta el sistema eléctrico de México.

IV. METODOLOGÍA TÉCNICA CONVENCIONAL PARA SOLUCIONES DE COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA

Una estrategia de ahorro y eficiencia energética eléctrica en una planta es mejorar la compensación de potencia reactiva [12, 13,14], en donde los efectos no deseados por no compensar la potencia reactiva es el incremento de la potencia aparente entregada por transformadores e incrementos de corrientes en alimentadores ocasionando una degradación de la vida útil operativa de los componentes del sistema eléctrico y costos de penalizaciones significativas en

las facturaciones. Una manera de abordar este problema de compensación de potencia reactiva, es mediante la medición de indicadores técnicos eléctricos como son: potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia (FP), corriente de la demanda máxima, pérdidas de energía y caída de tensión.

a) Cálculo del factor de potencia (FP).

El factor de potencia se puede calcular de diversas maneras, pero esta definido por:

$$FP = \frac{P}{S} \tag{1}$$

donde P y S son la potencia activa y aparente trifásica de un centro de carga, dadas generalmente en kW y kVA. Una manera convencional de calcular el FP es utilizando (1) cada 5, 10 o 15 minutos durante un periodo de facturación, o mediante la energía consumida en el periodo de facturación, es decir:

$$FP = \frac{kWh}{\sqrt{kWh^2 + kVArh^2}} \tag{2}$$

Considerando una demanda de energía constante, se tiene que el factor de potencia se ve reducido conforme la potencia aparente se incrementa, esto debido al incremento de potencia reactiva kVAR demandada por la carga. De esta manera el reducir el consumo de la potencia reactiva entregada por el transformador principal, mejorará considerablemente el factor de potencia.

b) Compensación de potencia reactiva mediante un banco de capacitores.

Para mejorar el FP, se pueden utilizar bancos de capacitores, ya sean fijos, conexión/desconexión automática o mediante un compensador estativo de VAR (CEVs), según sean los requerimientos de potencia reactiva de la planta. El más convencional es mediante el uso de bancos de capacitores fijos, donde el cálculo de bancos de capacitores (Q en kVAR) para corregir el FP se puede calcular de la siguiente manera:

$$Q = P \times (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \tag{3}$$

donde :

$$\theta_1 = \cos^{-1}(FP_1) \tag{4}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1}(FP_2) \tag{5}$$

El subíndice 1 indica el FP del sistema actual y el subíndice 2 indica el FP del sistema deseado.

V. INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y ECONÓMICOS

El tema de indicadores de gestión en el mantenimiento es diverso, sin embargo para el presente trabajo se muestran algunos indicadores de fácil aplicación que pueden relacionarse con indicadores económicos y que posteriormente muestren la rentabilidad adecuada mediante una proyección anual de costos. Desarrollar una gestión de mantenimiento en una planta consiste en reducir la probabilidad de presencia de fallas (confiabilidad), recuperar de forma rápida y eficiente la operabilidad de los sistemas (mantenibilidad) una vez que se ha presentado la interrupción de la función, minimizar el impacto por las consecuencias de los eventos de fallas (costos por indisponibilidad). Por lo anterior mencionado, una gestión eficiente del mantenimiento busca: mejorar la continuidad operacional (disponibilidad), maximizar la rentabilidad a través de los activos (ganancias económicas) y minimizar los riesgos sobre la seguridad, ambiente y las operaciones a niveles tolerables (consecuencias de los eventos de fallas) a lo largo del ciclo de vida útil [15, 16, 17,18].

a) Indicadores técnicos de mantenimiento básicos.

El tiempo promedio de operación (TPO) es un indicador que nos muestra la confiabilidad operativa mediante un promedio de tiempos de operación de un componente, máquina o sistema.

$$TPO = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} TOF_i}{n} \tag{6}$$

Donde TOF es el tiempo operativo hasta el fallo o hasta la sustitución programada y n es el número total de fallos o sustituciones programadas en el periodo evaluado. Mediante este indicador se obtiene inversamente

proporcional la frecuencia de fallos dada por la ecuación (7).

$$ff = \frac{1}{TPO} \tag{7}$$

Este indicador es aplicado para el presente estudio solo al transformador y banco de capacitores.

El tiempo promedio de reparación $TPPR$ nos muestra la mantenibilidad de un componente, máquina o sistema.

$$TPPR = \frac{\sum_{i=1}^n TR_i}{n} \tag{8}$$

donde el TR es el tiempo de reparación.

El tiempo promedio fuera de servicio (TPFS) es un indicador que muestra los impactos por los tiempos de reparación y tiempos fuera de control.

$$TPFS = \frac{\sum_{i=1}^n TFS_i}{n} \tag{9}$$

donde el TFS es el tiempo fuera de servicio.

Para cada TFSi se consideran los tiempos fuera de control (logística, imprevisos, etc.) y los tiempos promedios de reparación, como se muestra en (10):

$$TFS = TFC + TPPR \tag{10}$$

Otro indicador utilizado es la disponibilidad operacional (Ao), el cual puede ser de varios tipos, para este estudio será considerada la disponibilidad operacional genérica (Ao) del sistema para un periodo determinado.

$$Ao = \frac{TPO}{TPO + TPPR} \times 100\% \tag{11}$$

b) Indicador de costos por indisponibilidad en fiabilidad (CIF)

Es un indicador económico de costos que vincula los indicadores técnicos ff (falla/año) y $TPFS$ (hr/falla) mostrando los impactos de la confiabilidad y mantenibilidad en un valor monetario anualizado [19]. Considera las penalizaciones CP (costos directos, calidad, seguridad, etc).

$$CIF = ff \times TPFS \times CP \tag{12}$$

c) Indicador de riesgo total anualizado (RTA)

Es un indicador económico que proyecta los costos anuales y sirve para realizar una comparación de componentes/equipos/sistemas y está dado por:

$$RTA = CI + CO + CMM + CMP + CIF \tag{13}$$

Donde CI son los costos de inversión, CO son los costos de operación, en ellos van incluidos los costos por energía, insumos y materia prima, CMM son los costos de mantenimiento mayor, CMP son los costos de mantenimiento preventivo y el CIF son los costos por infiabilidad.

d) Indicador financiero EBITDA (Earning Before Interest Taxes Depreciation Amortization)

Es un indicador financiero que muestra la rentabilidad antes de intereses, impuestos y depreciaciones [19,20]. Una manera de calcularlo es como se

muestra en (14).

$$EBITDA = PV - CM_T - CO - GA - GV + DA \tag{14}$$

Donde PV es el producto vendido, calculado como:

$$PV = IP \times Ao \tag{15}$$

Donde IP es el ingreso potencial (\$) y Ao es la disponibilidad operacional (%).

CMT son los costos de mantenimiento anuales, donde son considerados los mantenimientos preventivos, mantenimientos mayores y correctivos no programados (CIF).

$$CM_T = CMP + CMM + CIF \tag{16}$$

CO son los costos de operación. Para el presente estudio solo son considerados los gastos de consumo de energía involucrando los costos de las penalizaciones y bonificaciones por FP.

GA son los gastos administrativos, GV son los gastos por ventas y DA es la depreciación/amortización.

VI. CASO DE ESTUDIO. COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA OPTIMIZADA.

El estudio presentado corresponde a un sistema eléctrico de una industria, en donde existe un transformador de 500 kVA, operando a un FP de 0.7, que alimenta una carga de 360 kW. La carga es alimentada mediante un alimentador conformado por 2 conductores por fase calibre 600 KCM con una longitud de 100 m, operando 20 horas diarias [11]. La Fig. 4 muestra el diagrama del sistema actual y del sistema propuesto con su banco de capacitores para tener un factor de potencia de 0.95 y evitar alguna penalización..

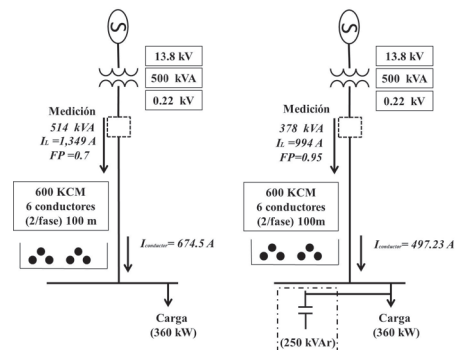


Fig. 4. Sistema actual y sistema propuesto técnicamente.

Para esta planta de la Fig 4, se tiene una tarifa de Gran Demanda Media Tensión Ordinaria (GDMTO), presentando los siguientes valores en la facturación mensual mostrados en la Tabla I, en dicha tabla se muestra una penalización por bajo factor de potencia

Tabla 1 - Facturación del sistema inicial

Concepto	Cantidad	Cargo
kWh	210,000	
kVArh	214,254	
PF	0.7	\$118,349.8
kW max	360	
\$/kWh	\$2.85	\$598,588.2
\$/kW distribución	\$85.00	\$30,600
\$/kW capacidad	\$170.00	\$61,200
TOTAL		\$808,738.75

Si ahora se calcula el banco de capacitors para un FP de 0.95 aplicando (3) se tiene:

$$Q = 360 \times (\tan(45^\circ) - \tan(15^\circ)) = 250 \text{ kVAr}$$

Mediante esta solución técnica se observa en la Fig. 4 que al transformador se le libera carga, así mismo a los alimentadores se les reduce la corriente por fase IL y por ende a las corrientes de los conductores **Iconductor**, esto es debido a la inserción del banco de capacitores de 250 kVAr. El conductor de 600 KCM tiene una resistencia de 0.0753 Ω/km, entonces la resistencia para una distancia de 100 m es de:

$$R = 0.1 \times 0.0753 = 0.00753\Omega$$

Donde las pérdidas considerando la corriente en el conductor para el sistema actual es:

$$P = 674.5^2 \times 0.00753 = 3.425 \text{ kW}$$

Y para el sistema propuesto:

$$P = 497.23^2 \times 0.00753 = 1.861 \text{ kW}$$

Donde los siguientes valores en la facturación, como se muestran en la Tabla II, en esta tabla se observa ahora una bonificación por factor de potencia.

Tabla 2 - Facturación del sistema propuesto

Concepto	Cantidad	Cargo
kWh	204,389	
kVArh	69,034	
PF	0.95	-\$8,437.28
kW max	360	
\$/kWh	\$2.85	\$582,454.5
\$/kW distribución	\$85.00	\$30,600
\$/kW capacidad	\$170.00	\$61,200
TOTAL		\$665,871.07

De esta manera se tiene una reducción del consumo de energía mensual por pérdidas en los cables de:

$$\text{Pahorro} = (3.425 \text{ kW} - 1.861 \text{ kW}) (6 \text{ conductores}) (20 \text{ hr/día}) (30 \text{ días}) = 5,630.4 \text{ kWh}$$

Lo que representa un ahorro de \$16,046.64 considerando el costo por kWh de \$2.85.

Para el retorno de la inversión, se considera un costo del banco de capacitores de \$250,000.00, entonces el retorno simple de inversión está dado por:

$$ROI = \frac{\$_{\text{solución}}}{\$_{\text{Ahorro}}} \quad (17)$$

Donde el retorno de la inversión es aproximadamente en dos meses:

$$ROI = \frac{\$250,000.00}{(\$808,738.75 - \$665,871.07)} = 1.74 \text{ meses}$$

Se menciona que esta propuesta de solución técnica no considera los impactos por confiabilidad y mantenimiento. Aplicando el modelo de gestión de

mantenimiento, se puede observar que los impactos técnicos con los gerenciales tienen una relación como se muestran en la Tabla III.

Tabla 3 - Eventos no deseados asociados a calidad de la energía

Problemas técnicos-operativos		Objetivos gerenciales
Bajo <i>FP</i> de 0.70	Impacta en	Costos de penalizaciones en la facturación de energía e incumplimiento de regulaciones
Transformador con sobrecarga (103%)	Impacta en	Costos de mantenimiento correctivos
Alimentadores con corriente impropia	Impacta en	Costos de mantenimientos correctivos y penalizaciones

Por lo anterior, utilizando el modelo mostrado en la Fig. 1, se abordan solo las tres fases, que corresponde a un problema recurrente significativo, como lo es el bajo FP.

Analizando la fase 1, se muestra una parte de un cuadro de mando integral, donde se encuentran indicadores técnicos y económicos, como se muestra en la Tabla IV.

La Tabla III muestra el impacto crítico de los transformadores y alimentadores del sistema, que es considerado en la fase 2 del modelo de gestión de mantenimiento.

El evento no deseado de un bajo FP es un problema recurrente que impacta en los objetivos gerenciales, lo que corresponde a la fase 3, en donde se ha analizado la solución técnica (banco de capacitores de 250 kVAr) sin embargo ahora considerando los impactos por confiabilidad, mantenibilidad y rentabilidad se aplican las ecuaciones mostradas anteriormente considerando los siguientes datos adicionales recabados en planta.

Para el transformador se muestran los datos en la Tabla V, en donde el costo por penalización corresponde a lo que se pierde en producción por paro total. El costo de inversión (CI) es de \$750,000.00

Los datos de los bancos de capacitores propuestos son dos, en donde se observa en la Tabla VI las características técnicas de cada uno de ellos. Se menciona que los costos de penalización se calculan en función de la facturación cuando existe la penalización por bajo FP, considerando en falla el banco de capacitores ya sea el de Tipo 1 o Tipo 2. La diferencia de los tipos de bancos de capacitores es de acuerdo a las características técnicas de mantenimiento, confiabilidad y de costos de inversión mostrados en la Tabla VI.

Tabla 5 - Datos técnicos de mantenimiento y confiabilidad para los bancos de capacitores

Indicadores	Banco Tipo 1	Banco Tipo 2
<i>TPO_{Cap}</i> (años)	4	1
<i>ff_{Cap}</i> (Falla/año)	0.25	1
<i>TPPR_{Cap}</i> (hora/falla)	24	72
<i>TPFS_{Cap}</i> (hora/falla)	24	72
<i>CP_{Cap}</i> (\$/hora)	164.37	164.37
<i>CM_{Cap}</i> (\$/año)	1,000.00	1,000.00

Con los datos anteriores se calculan los indicadores económicos como se muestra en la Tabla VII.

Analizando los CIF para cada escenario, en la condición inicial solo es considerado el transformador, en las posteriores condiciones se considera el transformador y banco de capacitores.

Tabla 4 - Cuadro de mando integral, mostrando indicadores técnicos y financieros

Objetivos estratégicos	Indicadores (KPI's)	Metas	Planes de acción	Perspectiva
Mejorar la eficiencia y ahorro de energía eléctrica en planta considerando la rentabilidad.	Factor de potencia (<i>FP</i>), Facturación de energía eléctrica, Impactos en confiabilidad y mantenimiento (<i>CIF</i>), Indicador económico anualizado (<i>RTA</i>).	Aumento del indicador financiero <i>EBITDA</i> Disminución de los costos de operación (energía eléctrica)	Asegurar adquisición de datos adecuado (Costos de facturación, Evaluación de soluciones Costo-Riesgo-Beneficio,)	Financiera

En el estudio del indicador RTA para cada escenario son considerados los costos de inversión de cada componente del sistema siendo \$750,000.00 para el transformador, \$250,000.00 para el banco de capacitores tipo 1 y \$ 150,000.00 para el banco de capacitores tipo 2. Los costos de operación involucran la facturación de energía anual con penalización y bonificación por FP. Para los costos de mantenimiento preventivo (CMP) y mayor (CMM) se tiene un valor anualizado de \$20,000.00 para la condición inicial y para las otras condiciones un valor de \$5,000.00. El análisis del CTPF considera las características técnicas de mantenimiento y confiabilidad, en donde para la condición inicial solo se toma en cuenta el transformador y en las condiciones posteriores se considera el transformador y el banco de capacitores, haciendo énfasis en que un banco de capacitores tiene una confiabilidad y mantenibilidad apropiada y el otro no, así de esta manera se obtiene una proyección anual de costos.

Para la interpretación del indicador EBITDA que es un indicador financiero de rentabilidad, se hace énfasis en las variables PV, CMT y CO, en donde en el indicador PV se observa el impacto que produce la disponibilidad Ao que a la vez vincula con los indicadores TPO y los TPFS. En la variable CMT se observa cómo influye el indicador CIF que vincula la ff, TPFS y CP. Por último en los CO se observa cómo influye la compensación reactiva en la

facturación del consumo de energía eléctrica, existiendo penalizaciones o bonificaciones. El IP y los costos de GA, GV y DA se consideran costos fijos.

En la Tabla VII se puede observar el escenario con mayor rentabilidad, que es el sistema con el banco de capacitores Tipo 1, ya que observando los costos proyectados anualmente se observa que aunque el CIF muestre un panorama mejor para la condición inicial, el RTA es el menor y el EBITDA referido a la rentabilidad es el mayor valor, esto es debido a a la consideración de los costos de operación que involucran la penalización o bonificación por FP.

I. CONCLUSIONES

Tener una solución técnica para problemas de compensación de potencia reactiva requiere considerar factores adicionales como son los indicadores de mantenimiento, confiabilidad y financieros, así de esta manera se permite tener criterios justificados que mejoren la rentabilidad en una planta de una manera más óptima. Mediante un modelo de gestión de mantenimiento alineado a la gestión de activos, se permite analizar problemas recurrentes mediante las tres primeras fases y poder mitigarlos de una manera optimizada, alineando la eficiencia energética eléctrica a la gestión de mantenimiento y estas dos a la gestión de activos.

Tabla 6 - Evaluaciones de escenarios mediante indicadores técnicos y financieros

Indicador	Condición Actual	Condición con el banco de capacitores 1	Condición con el banco de capacitores 2
<i>FP</i>	0.7	0.95	0.95
<i>CIF Total (\$/año)</i>	18,000.00	18,986.25	29,834.98
<i>RTA (\$/año)</i>	9,780,365.00	8,134,439.09	8,232,787.82
<i>CMT (\$/año)</i>	38,000.00	43,657.50	54,834.98
<i>CO (\$/año)</i>	9,704,865.00	7,990,452.84	7,990,452.84
<i>Ao</i>	0.9996	0.9995	0.9992
<i>IP (\$/año)</i>	10,000,000.00	10,000,000.00	10,000,000.00
<i>PV(\$/año)</i>	9,995,892.10	9,995,453.87	9,992,178.33
<i>GA(\$/año)</i>	20,000.00	20,000.00	20,000.00
<i>GV(\$/año)</i>	30,000.00	30,000.00	30,000.00
<i>DA(\$/año)</i>	300,000.00	300,000.00	300,000.00
<i>EBITDA(\$/año)</i>	503,027.10	2,210,996.79	2,196,890.51

Referencias

- W. Shu, X. Liu, Y. Liu “Assesment of harmonic resonance potential for shun capacitor applications”, Electric Power Systems Research 57 (2001) 97-104, September 2004.
- J. Meyer, R Stiegler, P. Schegner, I. Röder, A. Belger “Harmonic resonances in residential low-voltage networks caused by consumer electronic”, IET Journal, CIRED, Open Access Proc. J., 2017, Vol. 2017, Iss. 1, pp. 672-676
- A. F. Zooba, “Maintaining a Good Power Factor and Saving Money for Industrial Loads”, IEEE Transactions on industrial electronics, Vol. 53, No. 2, April 2006.
- M. Ahrens, Z. Konstantinovic, “Harmonic filters and power factor compensation for cement Plants”, Conference Record Cement Industry Technical Conference, Kansas, USA, 2005.
- M. Sanz, Use, Operation and Maintenance of Renewable Energy Systems, Experiences and Future Approaches, Edit. Springer, Spain, 2014, Chapter 1, Pag. 22.
- A. Crespo, V. Gozalez, J.F. Gomez, Advanced Maintenance Modelling for Asset Management Techniques and Methods for Complex Industrial Systems, Edit. Springer, Spain, 2018, Chapter 1, Pag. 6.
- Z. Ma, L. Zhou, W. Sheng, “analysis of The New Asset Management Standard ISO 55000 AND PAS 55”, China International Conference on Electricity Distribution (CICED 2014), Shenzhen, 23-26 Sep. 2014.
- J. Elias, A. Romero, “Consideraciones para la Gestión de Líneas de Alta Tensión, según ISO 55000”, IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), Mayo 2014.
- Consultora WoodHouse Partnership Ltd England, 2017, seminario de gestión de activos en la generación de energía eléctrica en México, 2017.
- S. K. Ray Mohapatra, Subrata Mukhopadhyay “Risk and Asset Management of Transmission System in a Reformed Power Sector”, Power India Conference, 2006 IEEE
- M. Shahid, M. Mahamood, N. Das “Integrated Asset Magnagement Framework for Australian Wind Farm”, Australasian Universities Power Engineering Conference- AUPEC2016.
- Acha E. Madrigal M. Power System Harmonics, Computer Modelling and Analysis, Edit. John Wiley & Sons, , UK. 2001, Pag. 65-70.
- J.C. Das, Power System Harmonics and Passive Filter Designs, Edit. John Wiley & Sons, Canada. 2005.
- Consultora IMELHIA, Caso práctico de compensación de potencia reactiva, Quintana Roo, México 2002.
- IEEE Recommended Practice for the Maintenance of Industrial and Commercial Power Systems, IEEE Std 3007.2 - 2010.
- R. Arno, N. Dowling, R.J. Schuerger, “Equipment failure characteristic and RCM for optimizing maintenance cost”, IEEE Transactions on Industry Application, Vol. 52, Issue 2, March 2016.
- IEEE Recommended Practice for Evaluating the Reliability of Existing Industrial and Commercial Power Systems, IEEE Std 3006.2™-2016.
- IEEE Recommended Practice for Collecting Data for Use in Reliability, Availability, and Maintainability Assessments of Industrial and Commercial Power Systems. IEEE Std XXX, año
- Parra C., Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la Gestión de Activos, 2da edición edit. Ingeman, España, 2015.
- K. Kushuwan, K. Waiyamai, “EBITDA Time Series Forecasting Case study: Provincial Waterworks Authority”, International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering, Thailand 2019.



**Síguenos en
Facebook**

Descarga todas las ediciones



+300
artículos




PREDICTIVA 21

Publica tu artículo

Consulta las pautas

<https://predictiva21.com/articulista/>

Artículo Técnico 

2.1 Definición de las Fallas Funcionales y Base de Conocimiento

La primera tarea a realizar será el diseño de la base de conocimiento que permitirá definir el conjunto de reglas, necesarias para realizar las estrategias u operaciones de mantenimiento según el análisis RCM (realizado conjuntamente con los expertos de operación, mantenimiento e Ingeniería). En la Figura, se especifica las relaciones y dependencia que existen entre los diferentes elementos considerados por el RCM, tales como estados funcionales, fallas funcionales, equipos, modos de falla, entre otros.

2.2 Variable Difusas y Conjuntos Difusos

En esta sección, se define el conjunto de variables difusas que son usadas en las reglas de control.

Es necesario mencionar que para la definición de las variables difusas se tomó en cuenta las variables de interés analizadas por los operadores y mantenedores las cuales permiten describir el estado del sistema y/o equipo de gas de proceso, cada variable difusa está relacionada con una magnitud específica localizada en planta específicamente con un instrumento de medición en específico, creando las tablas que vinculan cada una de las variables lingüísticas con los instrumentos del sistema y/o equipo, con esta tabla es posible ubicar físicamente cada variable lingüística con ayuda de la identificación (TAG) de los instrumentos asociados. Así entonces se pueden tomar variables como:

1. Temperatura.
2. Presión.
3. Humedad.
4. Vibraciones Radial y Axial.

2.3 Reglas de Control

En esta sección se hace mención al grupo de reglas de control, que arrojarán de acuerdo a sus pesos la información a interpretar y así proceder a la obtención de las tareas de mantenimiento idóneas.

Debe mencionarse que la redacción de las reglas está orientada a la detección de estados anómalos (Anormalidades) en los sistemas y/o equipos de acuerdo a los valores lingüísticos que vayan tomando las variables difusas, de este modo la estructura general que siguen las reglas es la siguiente:

Si <Prop.1>-<Op.1> ... <Prop.N>-entonces <Prop. Resultante>

Las reglas de control cumplen con la finalidad de tomar las variables lingüísticas de entrada y de acuerdo a su valor lingüístico, direccionar el suceso a la variable lingüística de salida.




Fig. 9 Adaptación (RCM - BASE DE CONOCIMIENTO)

PREDICTIVA21