

PREDICTIVA 21

Año 7 - No.32 - Octubre 2020

DESDE LAS “TUERCAS Y LOS TORNILLOS” HASTA LA “GESTIÓN DE ESTRATEGIAS DE ACTIVOS”

Aleck Santamaría

Gestión de
Costos de
Mantenimiento

Gestión de
Estrategia
de Activos: Realizar
Valor - Mejorar
Desempeño

¿Varios
Tipos De
Mantenimiento
Centrado En Confiabilidad
(RCM)?

Entendiendo
los Procesos
Operativos
como una Ventaja
para los Profesionales
de Mantenimiento y
Confiabilidad

Índice

3 Editorial

6 Entrevista a Aleck Santamaría
Andrés González

14 Gestión de Estrategia de Activos: Realizar Valor - Mejorar Desempeño
Santiago Sotuyo

22 Gestión de Costos del Mantenimiento
Lourival Tavares.

26 El Significado De Backlog En La Gestión De Mantenimiento
Brau Clemenza

30 Entendiendo los Procesos Operativos como una Ventaja para los Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad
Víctor D. Manríquez

34 Diagnóstico de condición de desgaste en cojinetes de biela y bancada motor Waukesha L7044 GSI mediante el análisis de vibraciones
Leonardi Jaimes Gil

39 Uso de un Sistema Difuso (FL) para el manejo de fallas basado en Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).
Arquímedes Ferrera

45 ¿Varios Tipos De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM)?
John Mitchell Moubray IV,
Carlos Mario Pérez Jaramillo

Editorial



Enrique González

Editor y CEO de Predictiva21

DESDE LAS “TUERCAS Y LOS TORNILLOS” HASTA LA “GESTIÓN DE ESTRATEGIAS DE ACTIVOS”

Somo testigos de primera fila de las nuevas circunstancias y cambios radicales que este 2020 ha traído a nuestras sociedades, pero también estamos siendo testigos de cómo ellos han condimentado el caldo de cultivo perfecto para la innovación y el establecimiento de nuevas modalidades de trabajo colaborativo. Cambios que han llegado para quedarse.

Ciencia, tecnología y sociedad ahora están más cerca que nunca. Esta colaboración abierta, claramente visible y liderada hoy día por los temas del COVID, tiene ecos a menor escala, pero con indiscutible ubicuidad, en los grupos colaborativos de corte técnico que se han (y están) formado de manera orgánica en las redes laborales y sociales. En el caso particular de la industria, cada uno, desde su ubicación presencial o a la distancia, ha conseguido conectarse con sus pares laborales, con los sistemas de gestión e, incluso, con los activos físicos. Todo gracias al IIoT y la Industria 4.0.

En esta Edición 32 les traemos nuestra reciente conversación con Aleck Santamaría de la Cruz, reconocido profesional con una brillante carrera que le ha valido el reconocimiento por parte de la SMRP como profesional del año 2019, categoría veteranos, así como la actual presidencia de la recién constituida filial SMRP LATAM. Orgulloso de sus inicios con “las tuercas y los tornillos”, Santamaría nos recuerda la importancia de compartir lo aprendido con los demás y del aporte con responsabilidad social.

Nuestros articulistas invitados nos traen además temas diversos, relacionados con los diferentes niveles (estratégico, táctico y operacional) de la gestión del mantenimiento: “Gestión de Estrategias de Activos” y “Gestión de Costos del Mantenimiento”, por una parte, “Backlog en la Gestión de Mantenimiento” y el “Entendimiento de los Procesos Operativos”, por la otra, la experiencia de un caso histórico relacionado con el “Diagnóstico de Condición de Desgaste en Cojinetes de Biela y Bancada” de un motor, la aplicación de la “Lógica Difusa en el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, para cerrar con una revisión histórica de los “Tipos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, escrita por John Moubray. Cada tema con su valor agregado, desde “las tuercas y los tornillos” [Santamaría], hasta la “gestión de estrategias” [Sotuyo], por ser el Mantenimiento y su Gestión la “línea de frente” en la batalla diaria [Tavares].

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.

DIRECTORIO

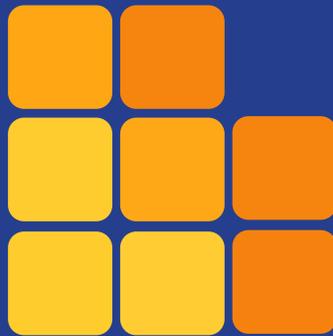
Enrique Javier González Henríquez
 Director ejecutivo y Editor
 enrique.gonzalez@predictiva21.com

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

PREDYC[®]



SUITE DE CONFIABILIDAD
DISEÑADA PARA INGENIEROS DE
CONFIABILIDAD

2021

“ECC Banco de Datos: Fiabilidad y Mantenimiento”

El ECC Banco de Datos de Fiabilidad y Mantenimiento proporciona datos de fiabilidad y mantenimiento de equipos y componentes basados en las funciones Weibul 2P y Normal como resultado del Análisis de Datos de Vida. El acceso de lo Banco de datos es individual y anual y el acceso ocurre en la clase virtual del ECC. Los principales equipos de proceso como rotación, equipos estáticos y de seguridad y sus componentes están disponibles en el Banco de datos de Fiabilidad e mantenimiento.

Description	Dytreint						Perseint							
	Failure (Years)		CTF	Repair (hours)		CTF	Failure (Years)		CTF	Repair (hours)				
	PDF	Parameters	Years	PDF	Parameters	Years	PDF	Parameters	Years	PDF	Parameters			
Equipment	Weibul	β	η		Normal	μ	σ	Weibul	β	η		Normal	μ	σ
Component	Weibul	β	η		Normal	μ	σ	Weibul	β	η		Normal	μ	σ

Type of Equipment/System (left side)
Data source (top center)
Expected data to flow (top right)
Shape parameter (bottom left)
Characteristic life parameter (bottom left)
Mean (bottom center)
Standard deviation (bottom center)

Las ventajas de los datos de fiabilidad y mantenimiento ECC son:

- Utilizar datos de fiabilidad y mantenimiento de los equipos y componentes basados en las funciones Weibull 2P (fiabilidad) y Normal (mantenimiento) para estudios de Análisis RAM.
- Utilizar datos de fiabilidad y mantenimiento de los equipos y componentes basados en las funciones Weibull 2P y Normal para estudios de Seguridad y riesgos industriales.
- Para definición de requisitos de garantía de fiabilidad y mantenimiento.

“ECC Banco de Datos: FMEA y RCM”

El ECC Banco de Datos FMEA proporciona los modos de falla, las causas, la consecuencia y las medidas de mitigación de los principales equipos de proceso como rotación, equipos estáticos y de seguridad y sus componentes están disponibles. Las ventajas de la base de datos ECC FMEA son:

- Utilizar los modos de fallo de equipos y componentes, las causas, consecuencia y mitigación como base para el sistema FRACAS, CMMS, SAP y Asset Management.
- Utilizar la base de datos del FMEA durante el ciclo de vida de los activos y reducir tiempo, esfuerzo y dinero para la configuración de nuevas análisis FMEA.
- Utilizar la base de datos FMEA para estandarizar la descripción de su organización de los modos de fallo, causas y consecuencias.

El ECC Banco de Datos RCM proporciona tareas de mantenimiento preventivo de los mismos equipos y componentes del FMEA basadas en el modo de falla y sus causas. El acceso de lo Banco de datos RCM es individual y anual y ocurre en la clase virtual del ECC. Las ventajas de la base de datos RCM ECC son:

- Utilizar las tareas de mantenimiento preventivo como base para el sistema FRACAS, CMMS, SAP y Asset Management.
- Utilizar la base de datos RCM durante el ciclo de vida del activo y activos y reducir tiempo, esfuerzo y dinero para la configuración de nuevas análisis RCM.
- Utilizar la base de datos RCM para estandarizar el plan PM de su organización.



Aleck Santamaría de la Cruz

Una brillante y fructífera carrera con una reconocida vocación de servicio que le valió el reconocimiento como profesional del año 2019 en la categoría veteranos, por parte de la Sociedad de Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad (SMRP, por sus siglas en inglés), y la actual presidencia de la filial SMRP LATAM.

Graduado como ingeniero mecánico en la Universidad del Norte, Colombia, a sus 23 años de vida profesional ya cuenta con un legado y aporte reconocidos en la región. Es un apasionado de la industria, de la tecnología como un medio (y no como un fin) y del aprendizaje con propósito. Orgulloso de sus inicios con “las tuercas y los tornillos”, nos recuerda la importancia de compartir lo aprendido con los demás y del aporte con responsabilidad social.

Entrevista

Consultor y Conferencista Internacional.

Es un gusto estar aquí con ustedes y compartir algunas ideas y reflexiones sobre lo que nos apasiona, el mantenimiento la confiabilidad y la gestión de activos. Les cuento un poco de mí, soy ingeniero mecánico graduado en la Universidad del Norte en Barranquilla, Colombia, desde el punto de vista académico, desarrollando luego cursos de posgrado en ingeniería y en administración con énfasis en finanzas puntualmente y ya más recientemente formó parte del programa de presidentes de la Universidad de los Andes. Desde el punto de vista laboral he venido desarrollando una carrera que digo como siempre con humildad de las tuercas y los tornillos, hasta llegar a tener posiciones ejecutivas y directivas en básicamente lo que denominamos el ciclo de vida del activo; desde los proyectos, desde la operación, desde el mantenimiento, en diferentes sectores.



Voluntariado ACIEM y SMRP

Mi rol de voluntariado básicamente ha estado orientado como miembro de la Sociedad de Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad (SMRP, por sus siglas en inglés), en la que hoy día soy el presidente para América Latina, en un esfuerzo que básicamente reconoce no solamente los avances sino el potencial de nuestros profesionales de mantenimiento y confiabilidad en la región. De los 7,000 miembros en el mundo, 400 están aquí en nuestra región hablando en español, y por eso fue necesario crear el primer Capítulo Internacional de la Sociedad de Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad en reconocimiento a eso y también como una posibilidad de desarrollar el conjunto de profesionales que nos acompañan en la región. También soy miembro de la Comisión Nacional de mantenimiento y Gestión de Activos de ACIEM (Asociación Colombiana de Ingenieros en Colombia), acompañando la agenda que se viene desarrollando en el país desde hace varios años en estas materias. El rol de voluntariado lo asumo con mucha humildad pero también con mucha gratitud con un sentido de responsabilidad para devolverle a la sociedad, el conjunto de cosas positivas que he recibido a lo largo de mi desarrollo profesional y académico.

¿Qué motivó a que fuera posible el Latin Affiliate de la SMRP y cual fue su papel en este logro?

Hay que reconocer los grandes avances del mantenimiento y la confiabilidad en la región, no solamente en la gran empresa, que en nuestros países es quien normalmente tienen liderazgo de estas iniciativas, sino también en las pequeñas y medianas empresas que entre otras cosas son las que desarrollan gran parte del aporte en la economía y principalmente son las mayores generadoras de empleo. Hay que plantear la necesidad de mejorar las prácticas en la región; creo que un esfuerzo como el que estamos adelantando con la SMRP potencializa el desarrollo profesional de nuestra gente, quienes se están adelantando en el día a día, en campo en líneas de transmisión eléctrica, industrias, en plantas, en campos de producción, las diferentes actividades de mantenimiento que permiten que gocemos el desarrollo económico. No hay que olvidar que finalmente detrás de todo ese conjunto de personas que están viabilizando esas operaciones, claramente también tenemos el reto de mejorar sus competencias para lograr un desarrollo económico sostenible por un lado, pero también el crecimiento profesional y personal de este conjunto de profesionales que nos acompañan en la región. Dicho esto es muy importante que reconozcamos que siendo más de 7000 miembros en el mundo alrededor de los temas de mantenimiento y confiabilidad, más de 400 están en la región de América Latina, brindando un potencial enorme de desarrollo, no solamente profesional, sino desarrollo de competencias blandas y humanas alrededor de nuestra gente.

¿Cómo se origina la filial en Latinoamérica? ¿Cuál es el plan de acción y la agenda planificada para LATAM?

El año pasado, debo decirlo con humildad, obtuve el reconocimiento de la SMRP como profesional del año en la categoría veteranos, siendo el primer Latino Americano en obtener este galardón. Pero detrás de ese logro hay mucha gente; están mis compañeros, jefes, profesores y estudiantes, que han venido permitiendo forjar una carrera alrededor de las mejores prácticas, involucrando siempre el qué están haciendo los mejores, en términos de buenas prácticas con resultados concretos en industrias. Todo ese conjunto de experiencias y personas que me he encontrado en el camino han viabilizado esto.

Esa visibilidad en su momento giró un poco los ojos también hacia América Latina. ¿Qué está pasando acá? En la región tenemos grandes desafíos y retos desde lo económico, lo social, la equidad y la sostenibilidad, pero puntualmente también desde el talento humano. La SMRP de los Estados Unidos visualizó en la región un potencial de crecimiento, por lo que se planteó a nivel de encuesta si había o no interés en la región en desarrollar una filial. Se tuvo una respuesta muy positiva de nuestros compañeros en la región y consecuencia de esto se comenzaron a dar los pasos para la constitución de la primera filial Internacional de la SMRP en América Latina.

Esto último tuvo lugar a finales del año 2019, de tal manera que hacía inicio del 2020, de la mano con un conjunto de profesionales con el que venimos desarrollando una agenda, se definió y constituyó el capítulo internacional la filial de América Latina de SMRP.

Teníamos una agenda definida inicialmente para encuentros presenciales, tal como el Simposio de Bogotá, pero fue necesario girar a eventos virtuales. Hemos venido desarrollando webinars y mesas redondas virtuales. Ese es el énfasis de la agenda de hoy en día. Lo que buscamos en el mediano plazo es claramente tener un escenario de encuentro presencial regional, en donde nos podamos sentar los compañeros de toda la región a compartir experiencias e ideas, sobre buenos resultados seguramente, lecciones aprendidas alrededor del mantenimiento, la confiabilidad y gestión de activos. Esto es lo que estamos buscando promover dentro de la filial SMRP LATAM en estos momentos.

Trayectoria y experiencia profesional



¿Cómo se inicia usted en el mundo de la ingeniería de mantenimiento y confiabilidad?

Esa es muy buena pregunta. Básicamente vengo de una familia de mantenedores, mi abuelo materno era supervisor de mantenimiento industrial en el sector químico en Barranquilla, ciudad donde nací, y por otro lado, mi padre hizo una carrera que terminó desembocando en qué se convirtiera en técnico de mantenimiento aeronáutico también en Barranquilla. Pero más allá de lo anecdótico realmente como digo yo, al final no es aprender el mantenimiento desde la cuna. El alfabeto eventualmente alguien pudiera decir que lo aprendió con M de Mantenimiento y no con M de mamá. Para mi ha sido una trayectoria que con varios pilares; trabajar muy cerca de los procesos y de las mejores prácticas, y no exclusivamente en mantenimiento, sino también en proyectos, en gestión de activos. Mantener detrás un propósito de negocio en donde la tecnología termine siendo un vehículo y no un fin, el desarrollo de las competencias del talento humano, aspectos a los que sigo comprometido hoy día, como la formación, capacitaciones y talleres desarrollando equipo. Como dije, arranqué con las tuercas y los tornillos y siempre lo diré con humildad, luego fui desarrollando una carrera que me llevó a posiciones directivas, ejecutivas y de liderazgo en diferentes sectores: energético, energías tradicionales y energías renovables hasta llegar a posiciones como Junta Directiva o Presidencia.

Sin importar la posición lograda, el aprendizaje nunca acaba, el aprendizaje es permanente, el producto nunca se termina. Uno como ser humano sigue “construyéndose” todos los días, y es por eso muy importante mantener, como dicen, los 7 hábitos de las personas altamente efectivas y “afilarse la sierra”, mantenerse en contacto permanente con la red de profesionales, compartir experiencias y desarrollar conocimiento que permita tener satisfacción en la vida.

Más allá de cualquier logro personal, el objetivo es contribuir al desarrollo de la profesión y de las personas que forman parte de ella.

¿Existe algún proyecto en particular que haya sido clave durante sus más de 20 años de experiencia profesional? ¿Cuál y por qué?

Creo que no hay un proyecto o iniciativa en particular. Creo que todo el camino ha sido realmente provechoso, cada experiencia, cada momento, cada encuentro con alguna persona deja algún aprendizaje y es ese conjunto de vivencias lo que realmente le da sentido a una trayectoria. Particularmente destacaría más bien es que en cada equipo que he tenido la oportunidad de trabajar he querido contribuir genuinamente a que se logren resultados, no pensando solamente en lo financiero, sino también en el crecimiento de la organización, el crecimiento de los equipos, pero también puntualmente desarrollando esas lecciones aprendidas.

Además de ACIEM, ¿Pertenece usted a alguna otra asociación u organización? Por qué considera usted que es importante que estas asociaciones tengan presencia en la comunidad?

Además de la Asociación Colombiana de Ingenieros y de la SMPR, he tenido la oportunidad

de formar parte puntualmente de algunos otros gremios o juntas directivas. Aquí lo importante es tener vocación de aporte y aprendizaje cuando estamos representando desde la gestión gremial.

Tuve la oportunidad de desarrollar un aporte, por ejemplo, con la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales de Colombia en el capítulo Altillanura. En la junta directiva de esa Asociación y en ese capítulo en particular, logré contribuir en el diálogo para desarrollar una región que tiene un alto potencial en Colombia.



Yo en este momento me mantengo muy vinculado a conferencias, desarrollar cursos de instrucción, pero también en una junta directiva de una compañía de analítica de datos aplicada a gestión de activos; pensando en como aportar, cómo desarrollar mejores ideas de alto impacto para la industria, no solamente con un foco financiero, sino también con un foco hacia la sostenibilidad y la eficiencia energética por ejemplo.

¿Tiene alguna otra pasión?

A mí particularmente me gusta leer, me gusta el cine, la música de alguna manera para concentrarme y trabajar; me gusta la música clásica, pero también bandas sonoras de películas. Soy un fan de las películas de ciencia ficción. Me gusta la literatura de ciencia ficción. Es el horizonte que tengo para despejar la mente y “afilarse la sierra”. Por el otro lado, soy un aficionado de la literatura de la 1ra y 2da guerra mundial, creo que definieron mucho lo que estamos viviendo hoy día como sociedad y particularmente me gusta entender un poco el que pasó allí.

¿Tiene familia? ¿Cómo distribuye el tiempo entre su familia y su trabajo?

En términos de familia, soy una persona de casa, me gusta compartir en familia, y creo que uno termina aprendiendo que dividir el tiempo es multiplicar. Si estoy trabajando estoy trabajando, si estoy con la familia, estoy con la familia y no es conveniente mezclar los 2 porque termina siendo altamente improductivo tanto para el uno como para el otro. Entonces creo que la invitación es a tener en la medida de lo posible una vida lo más balanceada atendiendo todas las dimensiones del ser humano.

Respecto a la formación profesional:

¿Qué le aconseja usted a los profesionales del ramo?

A los profesionales de mantenimiento y confiabilidad les invito a que se mantengan permanentemente aprendiendo por un lado, pero aprender con propósito; aplicar y desarrollar casos, siempre teniendo en cuenta cómo vamos a mejorar, con qué agenda, con qué programa, para que realmente sea un impacto positivo en nuestra profesión.

La invitación es a actuar también en coherencia con nuestros valores desde el punto de vista ético, que eso nos ayuda muchísimo en el desarrollo de nuestro ejercicio profesional.

Adicional al aprendizaje permanente y a ese desarrollo de competencias de casos, aconsejo

también contribuir enseñando, compartiendo ese conocimiento que eventualmente han adquirido en el proceso.

Hay que estar muy atentos a la tecnología, ese es otro elemento que integré desde muy temprano en mi carrera que creo que es supremamente valioso en la toma de decisiones; tecnología no como un juguete, insisto, sino con propósito, visualizando esa capacidad de resolver problemas que permiten la optimización de procesos o la reducción de costos o la eliminación de defectos.

En síntesis un aprendizaje permanente, exponerse, desarrollar casos, tener una agenda de mejora y luego compartir ese conocimiento adquirido en beneficio de toda la sociedad y en toda la comunidad.

Las certificaciones siempre han sido crucial en la industria, especialmente hoy en día. En su opinión ¿Es importante estar certificado? ¿Cuáles son los beneficios de lograr una certificación?

Las certificaciones son muy importantes, y qué bueno que hacen esta pregunta porque básicamente el objetivo de una certificación, en mi opinión, es validar un conocimiento contra un cuerpo conceptual de mejores prácticas de resultados ya probados. Una certificación como la de la SMRP; Profesional o Técnico Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad dan esa claridad y esa tranquilidad de que la persona tiene incorporado un concepto alineado a las mejores prácticas y es capaz de sustentar resultados en función de estos conceptos y mejores prácticas.

Cuando vamos a la certificación de proyectos, esta valida que se tiene una conceptualización clara con base en las mejores prácticas de un cuerpo de conocimiento alrededor de la gestión de proyectos, como puede suceder

en la gestión de activos con las certificaciones que hay en la materia con IAAN o la certificación CAM.

En mi caso, las certificaciones no han sido con el propósito de tener un certificado colgado en la pared, sino tener la oportunidad de validar lo que están haciendo los mejores y cuáles son las mejores prácticas probadas que dan resultados concretos en diferentes industrias. Con base en ese interés es que he accedido a la certificaciones.

Yo hago una analogía desde el punto de vista empresarial. Queriendo decirlo con respeto y de manera muy constructiva, hay compañías que se certifican en cualquiera de las ISO, pero luego no vive su sistema de gestión. Realmente esa certificación tiene como propósito enviar un mensaje al interior de la organización y hacia los clientes, un mensaje de mejora continua y de desarrollo de capacidades organizacionales para mejorar en el tiempo.

Creo que ese es el propósito en últimas de la certificación, no tener un cartón colgado, sino realmente tener un resultado comprobado en función de mejores prácticas.

Sabemos que la SMRP ya cuenta con un examen en español. ¿Existen planes también de hacer disponible el material de estudio en este idioma?

La certificación de la SMRP en concreto, tanto para profesionales como para técnicos, brinda muchas ventajas; formar parte de una experiencia y conjunto de prácticas avaladas que generan resultados en la industria, lo cual es muy positivo desde el punto de vista personal y profesional de desarrollo en términos de competencias y conocimientos, y por el otro lado una diferencia en términos del mercado de una persona que tiene un aval por parte de una organización.

El examen ya está disponible en español. Como consecuencia de las medidas de salud pública que se han venido adoptando en diferentes países, habrá que revisar en concreto la posibilidad de tomar los exámenes en los centros de evaluación o de manera remota dependiendo del país que se trate. Toda esa información está disponible en la página de la SMRP que los invito a que visiten.

Si pudiera viajar en el tiempo, iría hacia el pasado o al futuro ¿A qué año iría y por qué?

Si pudiera viajar en el tiempo creo que viajaría a varios lugares y a varios momentos. Me gustaría tener una conversación un poco larga con Newton para entender que visualizaba el en su mente alrededor del universo con toda la trascendencia que tuvo eso con el desarrollo científico a partir de esa conceptualización que hizo, y que terminó revolucionando todo, o con el mismo Einstein o Stephen Hawking solo por entender un poco y compartir alguna idea y captar algo de esa visión. Y desde el punto de vista histórico de pronto una conversación con Bolívar o Santander. Igualmente pudiera ser muy interesante una con Churchill que definió desde su modelo mental de liderazgo una situación bastante difícil para la Inglaterra en la 2da Guerra Mundial que aguantó la presión de Alemania en ese momento. Seguramente serían conversaciones más por aprender y por entender lo que tenían en mente y cómo pudieron desarrollar esos modelos de liderazgo cada uno en su ámbito.



Con posterioridad al desarrollo de la entrevista, Aleck Santamaría De La Cruz fue vinculado por Vanti como Gerente de Planeación, Calidad y de Gestión de Activos.

Preventa 2021

1 Página en
6 Ediciones

por **240** USD

Adquiere tu espacio
publicitario en

PREDICTIVA21

ventas@predictiva21.com

**Anuncia tu
Empresa
aquí**

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



Gestión de Estrategia de Activos: Realizar Valor - Mejorar Desempeño

SANTIAGO SOTUYO BLANCO

GERENTE INGENIERÍA – LATINO AMÉRICA
ARMS RELIABILITY



La Gestión de Estrategia de Activos podría ser lo que su organización necesita

Palabras Clave:

Gestión, Estrategias, Activos, Confiabilidad, Riesgo, Costos, Ciclo de Vida, Desempeño, Gestión de Estrategia de Activos, ASM, Asset Strategy Management, Gestión del Trabajo, Gestión del Desempeño.

Resumen:

¿Ud. no puede implementar las mejores estrategias de mantenimiento para todos los activos, en todo momento? ¿Desperdicia dinero con estrategias ineficaces?

La Gestión de Estrategia de Activos (**ASM** por sus siglas en inglés)

ASM significa que:

1. Las mejores estrategias, desarrolladas por los mejores expertos en la materia, están en su lugar;
2. Se implementan en todos sus activos todo el tiempo;
3. Continuamente evolucionan en base a datos reales y un proceso de revisión efectivo.

Desbloquea el valor que actualmente se pierde a través de estrategias ineficaces y la imposibilidad de implementar las mejores tácticas para todos los activos, en todos los momentos.

¿Qué es la ASM?

La mayoría de las organizaciones han intentado estandarizar datos maestros e incluso estrategias para equipos comunes.

Sin embargo, hay dos problemas comunes que detienen a las organizaciones:

1. La implementación de contenido genérico no se puede realizar de manera efectiva dentro de un sistema EAM/CMMS. Estos sistemas están diseñados para apoyar la ejecución del trabajo; no la gestión de decisiones estratégicas. Esencialmente, no pueden utilizar verdaderamente el contenido genérico de una manera continua y conectable.
2. Si bien puede haber un proceso de gestión del trabajo definido para impulsar la ejecución del trabajo, existe un proceso limitado o nulo para gestionar la revisión y evolución de las estrategias y su contenido. En pocas palabras, los parámetros asociados con las estrategias se pueden cambiar por capricho sin necesidad de la aprobación de expertos en la materia.

Esencialmente, la mayoría de las organizaciones no han separado la gestión del trabajo y la gestión de la estrategia; son procesos completamente diferentes con objetivos completamente diferentes.

Gestión del Trabajo = gestionar la ejecución del trabajo. COMO HACER EL TRABAJO.

Gestión de la Estrategia = gestionar la estrategia a ejecutar. QUE TRABAJO HACER.

Breve Descripción

Presentamos el nuevo concepto de Gestión de Estrategias de Activos (ASM), mediante una comparación conceptual con lo que es el desarrollo de las estrategias de mantenimiento en una organización tradicional versus una organización alineada con el nuevo concepto de ASM.

Comparamos Organización-Típica: enfoque solo en fallas; estrategias pobres, en Excel; poco control y aprobación de cambios; activos similares en contextos similares con diferentes estrategias sin saber por qué; mejores prácticas que no se aplican a otros activos; sin saber si tareas realizadas son estrategias aprobadas; donde revisión de estrategias es puntual.

Con Gestión-de-Estrategias-de-Activos: datos maestros de activos nuevos alineados a marco de datos maestros; estrategias genéricas implementadas globalmente con variaciones locales; planes de mantenimiento estandarizados; conectividad a ERP para planes nuevos o actualizar existentes; herramientas integradas, pronóstico de presupuestos/recursos; apalancando mejores prácticas locales globalmente, revisión/actualización de estrategias, monitoreo de desempeño.

Obtener valor, mejorar la productividad, reducir costos.

Utilizar los contenidos y conocimientos de equipos que ya tiene para impulsar la mejora del rendimiento.

¿Tiene la sensación de que su organización no puede implementar las mejores estrategias de mantenimiento para todos los activos, en todo momento? ¿Sospecha que el dinero se desperdicia con estrategias ineficaces? Un proceso de Gestión de Estrategia de Activos podría ser justo lo que su organización necesita.

En resumen, Gestión de Estrategia de Activos significa que:

1. Las mejores estrategias, desarrolladas por los mejores expertos en la materia, están en su lugar; y
2. Se implementan en todos sus activos todo el tiempo;
3. Continuamente evolucionan en base a datos reales y un proceso de revisión efectivo.

Desbloquea el valor que actualmente se deja sobre la mesa a través de estrategias ineficaces y la imposibilidad de implementar las mejores tácticas para todos los activos en todos los momentos.

En muchas organizaciones existen Equipos de Confiabilidad, pero estos se dedican o bien al Predictivo, o bien se enfocan en el Análisis de Causa Raíz, siendo todavía muy reactivos.

No tienen un enfoque de desarrollo de estrategias de mantenimiento, y si lo tienen, está desarrollado poco a poco, repartido en múltiples hojas de Excel y otras aplicaciones. Dicho enfoque si existe es más bien considerado un proyecto y no un proceso.

Tampoco cuentan con un procedimiento de aprobación de los cambios de estrategia, lo cual permite que múltiples usuarios puedan hacer cambios sin revisión ni control.

Puede haber activos similares en contextos diferentes con las mismas o diferentes estrategias, y Ud. no tiene claro cuál es la óptima, ni como se justifica cada una.

En caso de descubrir buenas prácticas en su organización, es difícil y lento lograr su apalancamiento a otras áreas. Y finalmente no se está seguro si lo que se está ejecutando es realmente la estrategia aprobada o si le han realizado cambios.

¿Qué es la Gestión de Estrategia de Activos?

La mayoría de las organizaciones han intentado, al menos en parte, estandarizar datos maestros e incluso estrategias para equipos comunes. Tiene sentido lógico consolidar y desplegar datos comunes donde sea relevante.

Sin embargo, hay dos problemas comunes que detienen a las organizaciones:

1. La creación e implementación de contenido genérico no se puede realizar de manera efectiva dentro de un sistema EAM/CMMS. Estos sistemas están diseñados para apoyar la ejecución del trabajo; no la gestión de decisiones estratégicas. Por su propia naturaleza, no pueden utilizar verdaderamente el contenido genérico de una manera continua y conectable.

2. Si bien puede haber un proceso de gestión del trabajo definido y sólido para impulsar la ejecución coherente del trabajo, existe un proceso limitado o nulo para gestionar la revisión y la evolución de las estrategias y el contenido. En pocas palabras, los parámetros asociados con la estrategia se pueden cambiar por capricho sin necesidad de la participación o aprobación de expertos en la materia.

Esencialmente, la mayoría de las organizaciones no han separado la gestión del trabajo y la gestión de la estrategia; sin embargo, son procesos completamente diferentes con objetivos completamente diferentes.

Gestión del Trabajo = gestión de la ejecución del trabajo.

Gestión de Estrategia = gestión de la estrategia que se va a ejecutar.

La Gestión del Trabajo se concentra en mejorar la Ejecución, de una ejecución pobre cambiar hacia una ejecución efectiva del trabajo, mediante una buena gestión del trabajo. Es por su naturaleza un proceso de corto y medio plazo, que cubre la ejecución de los eventuales Mantenimiento Correctivos, así como la planificación, ejecución y control de los Mantenimientos Planeados (Preventivos y Predictivos). Por tanto, requiere personal (ingeniería de mantenimiento) enfocado en mentalidades de corto (horas días, máximo una semana) y medio plazo (semanas, meses, máximo un año, en lo que se mide el Plan de Mantenimiento y el Presupuesto).

En cambio, la Gestión de Estrategia se concentra en mejorar la Estrategia, de una estrategia pobre cambiar a una estrategia efectiva, mediante una buena gestión de estrategias. Es por su naturaleza de largo plazo, se requiere analizar el Ciclo de Vida del Activo para que los estudios de confiabilidad, requeridos para la gestión de estrategias, muestren sus resultados. Dicho ciclo de vida se mide en años, 10, 20, 30 años, por tanto, requiere personal (ingeniería de confiabilidad) enfocado en

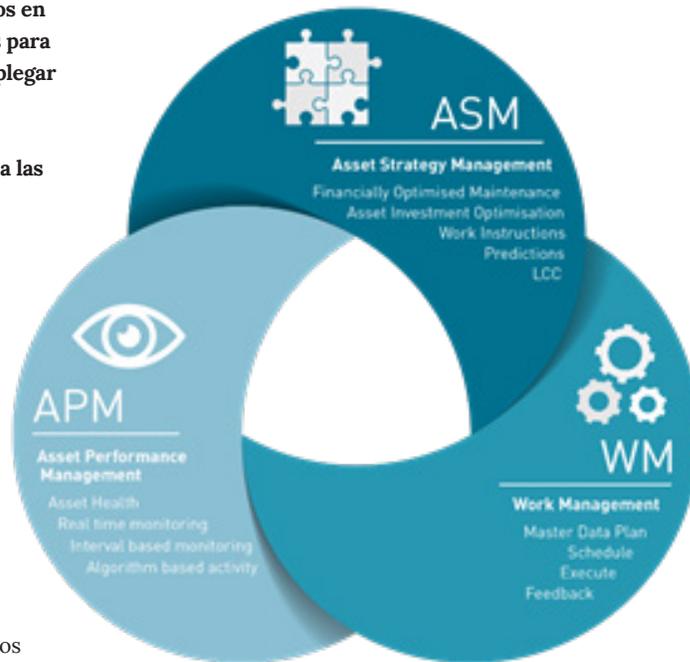


Fig 1. Relación entre Gestión de Estrategias, Gestión de Trabajo y Gestión de Desempeño

mentalidad de largo plazo.

¿Qué es lo que ocurre cuando al mismo personal se le asignan tareas de corto, medio y largo plazo? Que lo urgente le gana a lo importante y, por tanto, el corto y medio plazo le gana siempre al largo plazo, resultando en que nadie le dedica tiempo al desarrollo y la gestión de estrategias, y el tiempo se va en correr atrás de la gestión del trabajo.

Concentrarnos solo en la Gestión del Trabajo, finalmente nos lleva a intentar hacer 10% más eficiente el trabajo equivocado. Pero concentrarnos solo en la Gestión de Estrategias nos lleva a trabajos correctos mal ejecutados. Ninguna de las dos por separado puede lograr el Desempeño Predecible que los activos necesitan.

Mejorando la Gestión del Trabajo logramos reducir el Tiempo de Paradas, obteniendo Paradas Más Cortas. En tanto mejorando la Gestión de Estrategias logramos reducir la Frecuencia de Paradas, obteniendo menos paradas.

Se requiere por tanto una combinación de ambas: Gestión de Estrategias y Gestión de Trabajo ambas desempeñándose en su máximo potencial, para reducir la cantidad y duración de las paradas.

De la Gestión del Trabajo se ha hablado mucho hasta ahora y existe mucha literatura al respecto, en cambio de la Gestión de Estrategias no hay tanta claridad, por tanto, desarrollaremos más este concepto.

Estableciendo Estrategias Efectivas

Para establecer estrategias efectivas hay hoy día muchas herramientas, a saber: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), Revisión de Tareas de Mantenimiento, Optimización del Plan de Mantenimiento (PMO), Desarrollo del Plan de Mantenimiento, Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA / FMECA), etc.

Todas ellas han probado efectividad en el desarrollo de estrategias de mantenimiento de calidad activo a activo, pero siempre sobre la base de un desarrollo individual de las estrategias de mantenimiento para cada uno de los activos, llevando a la utilización intensiva de un recurso escaso, el tiempo del personal técnico.

Cuando una estrategia es efectivamente implementada, por no contar con un proceso seguro de Gestión de las Estrategias, y haber logrado esta mejora solo como un proyecto individual, ocurre que con el tiempo las mismas se deterioran ya sea por factores internos o externos.

Entre los factores internos que deterioran las estrategias podemos encontrar:

- Un planificador nuevo que cambia los intervalos de las tareas basado en una experiencia pasada.
- Una tarea considerada innecesaria y, por tanto, removida.
- El contenido de una tarea mejorado.
- El intervalo de una tarea cambiado para alinearse con el programa de operaciones.
- Una nueva tarea incluida en el plan basada en un análisis de fallas.
- Una tarea inefectiva agregada al plan basada en experiencia de otra planta.
- Etc.

Entre los factores externos que deteriora las estrategias podemos encontrar:

- Requisitos de desempeño del activo que aumentan, cambiando las exigencias.
- Impactos operacionales que cambian debido a cambios en las condiciones de mercado.
- Instalación de otros activos paralelos o redundantes que reducen la exigencia sobre los activos existentes.
- Activos que envejecen y cambian sus tasas de falla o muestran nuevos modos de falla.
- Etc.

En definitiva, sin Gestión de Estrategias, las estrategias cambian con el tiempo, lo que lleva a un nivel de riesgo desconocido, un rendimiento deficiente y costos altos. El Riesgo y el Costo Aumentan cuando nos alejamos de la Tarea Óptima a su Frecuencia Óptima.

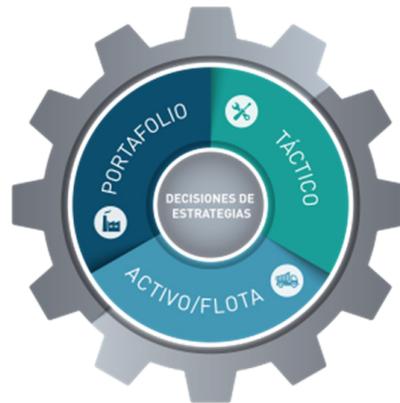


Fig 2. Niveles de Decisiones en Gestión de Estrategias de Activos

Entonces, ¿Qué es y qué cubre la Gestión de Estrategia ?

La Gestión de Estrategias es un enfoque de mejores prácticas para la gestión de estrategias de activos, en toda la organización. Es un proceso, habilitado por personas, tecnología y datos, para garantizar la estrategia óptima en cada activo, todo el tiempo.

A través de la Gestión de Estrategias de Activos, obtendrá valor en el programa de gestión de activos mediante la gestión eficaz de riesgos y oportunidades a fin de lograr el equilibrio deseado de costo, riesgo y desempeño.

La Gestión de Estrategias cubre tres niveles bien diferenciados: el nivel Táctico, el de Activo y Flota, y finalmente el nivel del Portafolio.

Táctico

Aquí se incluyen las tácticas de mantenimiento que se ejecutarán dentro del Plan de Mantenimiento de los Activos. Incluyendo las áreas que deben realizarse, cuándo realizarlas y su duración, cómo se hacen, quién las hace, los materiales, herramientas y repuestos requeridos.

Activo / Flota

Aquí se incluyen las decisiones tomadas a nivel de activos, instalaciones y flota de activos, como la edad de reemplazo de componentes o activos principales, las paradas mayores o los programas de paradas del sistema.

Portafolio

Aquí se incluyen la optimización de la asignación presupuestaria para un portafolio para maximizar el valor dadas las limitaciones financieras y de recursos.

En muchos casos, existe una iteración por la cual las restricciones a nivel de Portafolio impulsan la necesidad de cambiar la estrategia de activo/flota y/o de nivel táctico para ofrecer el rendimiento requerido con los fondos disponibles.

La situación ideal

Este entorno, donde la gestión de estrategia se separa de la gestión del trabajo y la gestión del desempeño, donde se implementa, permite la gestión de contenido genérico, implementación rápida y estrategias inteligentes que aprenden continuamente de sus mejores decisiones, sin importar dónde estén hechas.

Los expertos en la materia pueden desarrollar una estrategia para un tipo de equipo y luego implementar rápidamente la estrategia en todos los activos relevantes. Cuando se realiza un cambio en una instancia de ese tipo de equipo en particular, puede ver exactamente dónde más se implementa, para que los planes de mantenimiento se puedan actualizar en el EAM/CMMS, en toda la base de activos si es necesario.

Es fundamental tener en cuenta que cosas la Gestión de Estrategia de Activos no es.

1. Solo una biblioteca de FMEA.
2. Solo una biblioteca de tácticas de Mantenimiento.
3. Solo un proyecto para revisar o desarrollar tácticas de mantenimiento.

Más bien, es un proceso que gestiona continuamente las estrategias de activos a lo largo del tiempo. Ofrece el rendimiento requerido y le permite administrar e implementar de manera efectiva planes de mantenimiento genéricos a una velocidad que coincida con la toma de decisiones.

Por supuesto, para que el proceso funcione, la Gestión de Estrategia de Activos permite variaciones locales del contenido para dar cuenta de diferentes contextos operativos o tareas, entornos, fuerzas de trabajo locales o regulaciones, mientras se mantiene el enlace al contenido genérico para un despliegue rápido de las últimas ideas en el futuro.

Estos diferentes niveles de genéricos, variaciones de genéricos, activos y variaciones de activos, permite desarrollar un sistema por capas, que asegura que una actualización en cualquiera de las capas no afecta el contenido de las otras, maximizando así la capacidad de mejora continua de las estrategias, siendo este un aspecto clave de la Gestión de Estrategias de Activos.

¿Qué se requiere para la Gestión de Estrategia de Activos?

Al igual que todos los flujos de trabajo efectivos, la Gestión de Estrategias de Activos necesita la infraestructura adecuada. Por tanto, se deben considerar los siguientes aspectos:

Un proceso claramente definido, con los roles y responsabilidades descritos.

La tecnología adecuada para identificar los activos con bajo rendimiento e implementar las soluciones adecuadas utilizando estadísticas basadas en datos.

Una estrategia para educar a todas las personas involucradas en cada paso del proceso.

Mecanismos de apoyo.

Una solución de Gestión de Estrategia de Activos.

Construir Datos Maestros para Activos Nuevos alineados con la Gestión de Estrategias y con el Marco de Datos Maestros.

Estrategias Genéricas de Activos implementadas Globalmente

Considerar las Variaciones Regionales y Locales

Plan de Mantenimiento Automático, Empaquetado de Componentes y Listas de Tareas

Capacidades de Lectura / Escritura en EAM/CMMS para Desarrollar Nuevos Planes o Actualizar Existentes

Integrar Análisis Causa Raíz (RCA) con Estrategias de Activos

Pronosticar Presupuestos y Recursos

Comparar Estrategias Globales Genéricas con Estrategias Implementadas

Identificar Áreas de Riesgo donde:

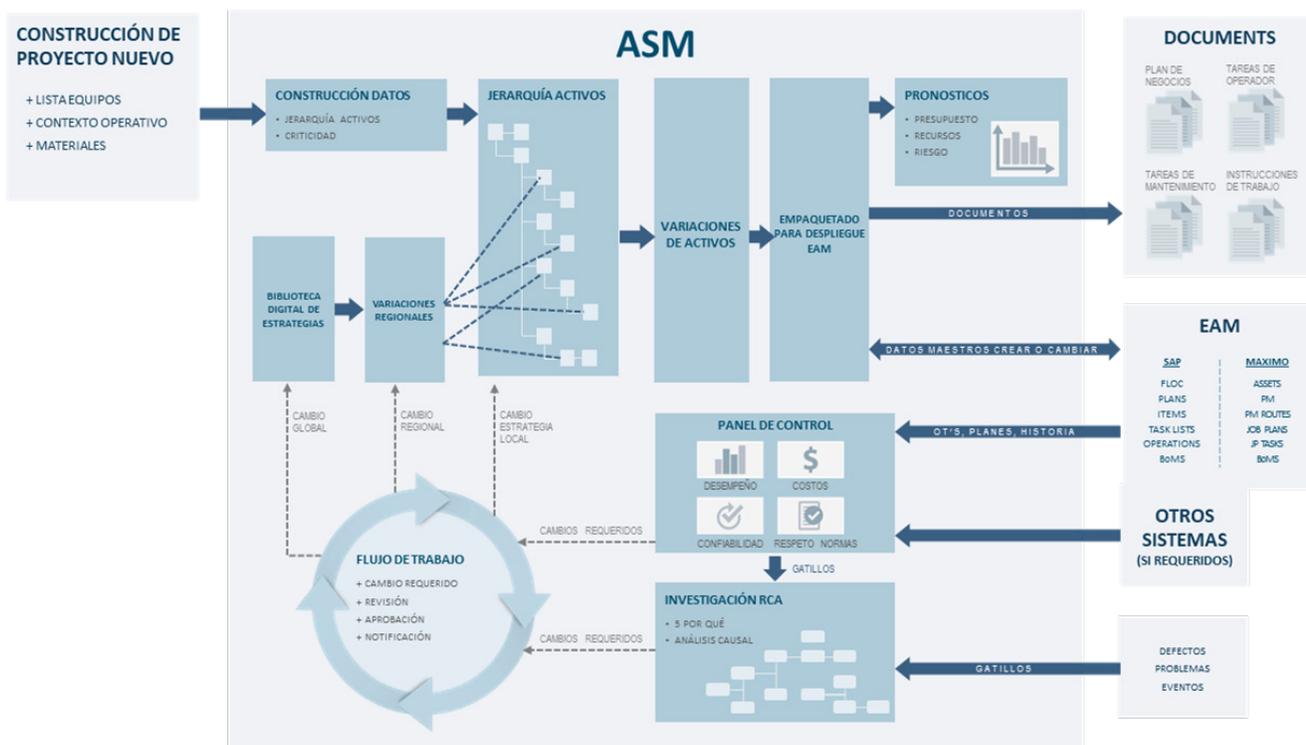
Apalancar Mejores Prácticas Locales a través de la Base Global de Activos

Disparar Revisión de Estrategias y Análisis Causa Raíz (RCA)

Monitorear el Desempeño de la Revisión, Aprobación e Implementación de la Estrategia

Pero todo esto debe realizarse en el marco de un proceso como el que se representa en el gráfico a continuación:

Fig 3. Flujoograma del Proceso de Gestión de Estrategias de Activos



Si logramos realizarlo bien, los resultados hablarán por sí mismos. Con la Gestión de Estrategias de Activos, obtendrá importantes reducciones de riesgo y ahorros de costos al implementar sus mejores estrategias en toda su base de activos, todo el tiempo.

Como se Implementa la Gestión de Estrategias de Activos

Para la implementación de la Gestión de Estrategias de Activos se requiere recorrer los siguientes pasos:

1. Mapear, desafiar y documentar el proceso de Gestión de Estrategias de Activos.
2. Configurar la Gestión de Estrategias de Activos.
3. Implementar Interfaces para las herramientas informáticas.
4. Construir Datos Corporativos.
5. Construir Biblioteca de Componentes.
6. Desplegar Componentes a Activos Físicos.
7. Crear Variaciones Locales según sea Necesario.
8. Empaquetar e Implementar.
9. Capacitación y Mentoreo en procesos de revisión.

Beneficios que Genera la Gestión de Estrategias de Activos

La Gestión de Estrategias de Activos dirige:

- Estrategias consistentes para los tipos de equipos comunes.
- Consistentes planes de mantenimiento, elementos y estructura de la lista de tareas.
- Gobierno y control de las estrategias de mantenimiento.
- Aprovechando el programa de mantenimiento a nivel corporativo y la inteligencia relacionada en confiabilidad.

La Gestión de Estrategias de Activos es adaptable:

- Aprobación de flujo de trabajo configurable.
- Variaciones permitidas para instalaciones específicas de tipos de equipos comunes.
- Definir qué parámetros se pueden cambiar.
- Presentar otros cambios requeridos para su aprobación e inclusión global o local.

La Gestión de Estrategias de Activos dirige la implementación:

- La integración de EAM/CMMS y la generación de hoja de carga con verificación de control de calidad y de Reglas de Negocio (puede gestionar varios tipos si es necesario).
- La generación de documentos de instrucciones de tareas.
- Base de datos de instrucciones de trabajo y la generación de documentos.
- Cuadros de mando.
- Resúmenes de análisis.
- Pronósticos.
- Las comparaciones con los datos reales.

Entre los valores que se logran de mejora de desempeño con la Gestión de Estrategias de Activos podemos señalar los siguientes:

Mejora de Desempeño con Incremento de Disponibilidad entre

1% y 6%.

Mejora en Gestión de Riesgos logrando Reducciones de los índices de Seguridad de entre

10% y 30%.

Mejora en Gestión de Costos logrando Reducciones de Costos de entre

5% y 30%.

Mejora de la Productividad en el Desarrollo de Estrategias de

2 a 6 veces
más rápido.

Mejora en la Gestión de Mantenimiento, logrando una Reducción del Reactivo de entre

10% y 50%.

Para finalizar y solo a modo de ejemplo, en una empresa Clase Mundial, que ya contaba con una Disponibilidad Global de 96,45% medida durante 5 años anteriores a la implementación de la Gestión de Estrategias de Activos, se logró un aumento de la Disponibilidad Global, de prácticamente 1%, alcanzando un valor de 97,39% medidos durante los 3 años posteriores a la implementación.

Referencias:

Asset Strategy Management ASmX

A Leader's Guide to Reliability Transformation in the Digital Age by Jason Apps

ISBN: 978-1-941872-87-1

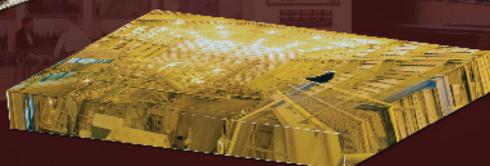
<https://reliabilityweb.com/bookstore/book/asset-strategy-management-asmx>



EXPOSICIÓN INTERNACIONAL VIRTUAL

San Juan, Factor de Desarrollo de la Minería Argentina

Viví la minería en una experiencia virtual e interactiva



**21 al 23
octubre
2020**



informes@panorama-minero.com
www.sanjuan-minera.com.ar

Organizado por / Organized by

**PANORAMA
MINERO**

Un evento especial para un contexto extraordinario

Este año, la exposición federal de minería más importante de Argentina, organizada por Panorama Minero, se realizará de manera íntegramente digital.

En un período donde prima la incertidumbre, apuntamos a minimizar las brechas comunicacionales y mantener la continuidad de los negocios relacionados a la industria minera fortaleciendo el contacto entre todos sus actores.

Expo San Juan Minera 2020 abre las puertas a lo virtual y combinará las últimas tecnologías disponibles para ofrecer una plataforma inmersiva y totalmente digital, clave para consolidar las relaciones comerciales, institucionales y de negocios en el sector minero en medio de este contexto.

¿Por qué?

Creemos que, ante la situación global, la feria virtual permitirá romper los límites que impuso el confinamiento y estar a la vanguardia de una nueva realidad.

Aspectos destacados



Modelado virtual de stands



Business Rounds y Networking



Alcance internacional



Soporte audiovisual



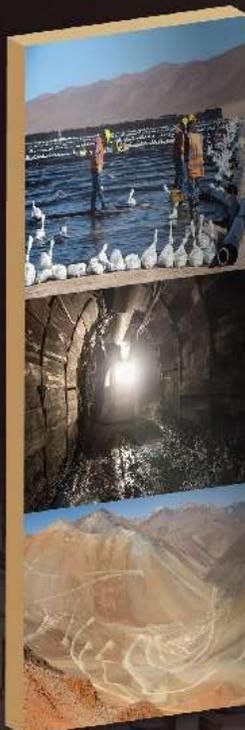
Audiencia más amplia



Interacción en tiempo real



Conferencias en vivo



Descarga todas las ediciones

haz click aquí



Gestión de Costos del Mantenimiento

Mantenimiento (ahora Gestora de Activos Físicos) se ha convertido en la función más importante en empresas de proceso o servicio por sus características de estar, al mismo tiempo, en la "línea de frente"



Lourival Augusto Tavares

Ingeniero Electricista, formado por la Escuela Federal de Ingeniería de Rio de Janeiro, en el año de 1967. Past-Presidente del Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento. Supervisor de Mantenimiento en FURNAS – Centrales Eléctricas S.A. durante 23 años. Fue el jefe de la Asesoría Técnica de Apoyo en ITAIPU Binacional. Reconocido como “notorio saber” en mantenimiento por la Universidad Federal de Rio de Janeiro y por la Universidad Federal de Paraíba. Fue director nacional de ABRAMAN (Asociación Brasileña de Mantenimiento) en dos mandatos.

Vemos, a lo largo de la historia, una evolución continua del proceso de gestión estratégica, especialmente en la época actual, debido a un acelerado ritmo de las transformaciones en la sociedad y en la velocidad con que la información se ha desarrollado lo que nos llevó a llamada “industria 4.0”.

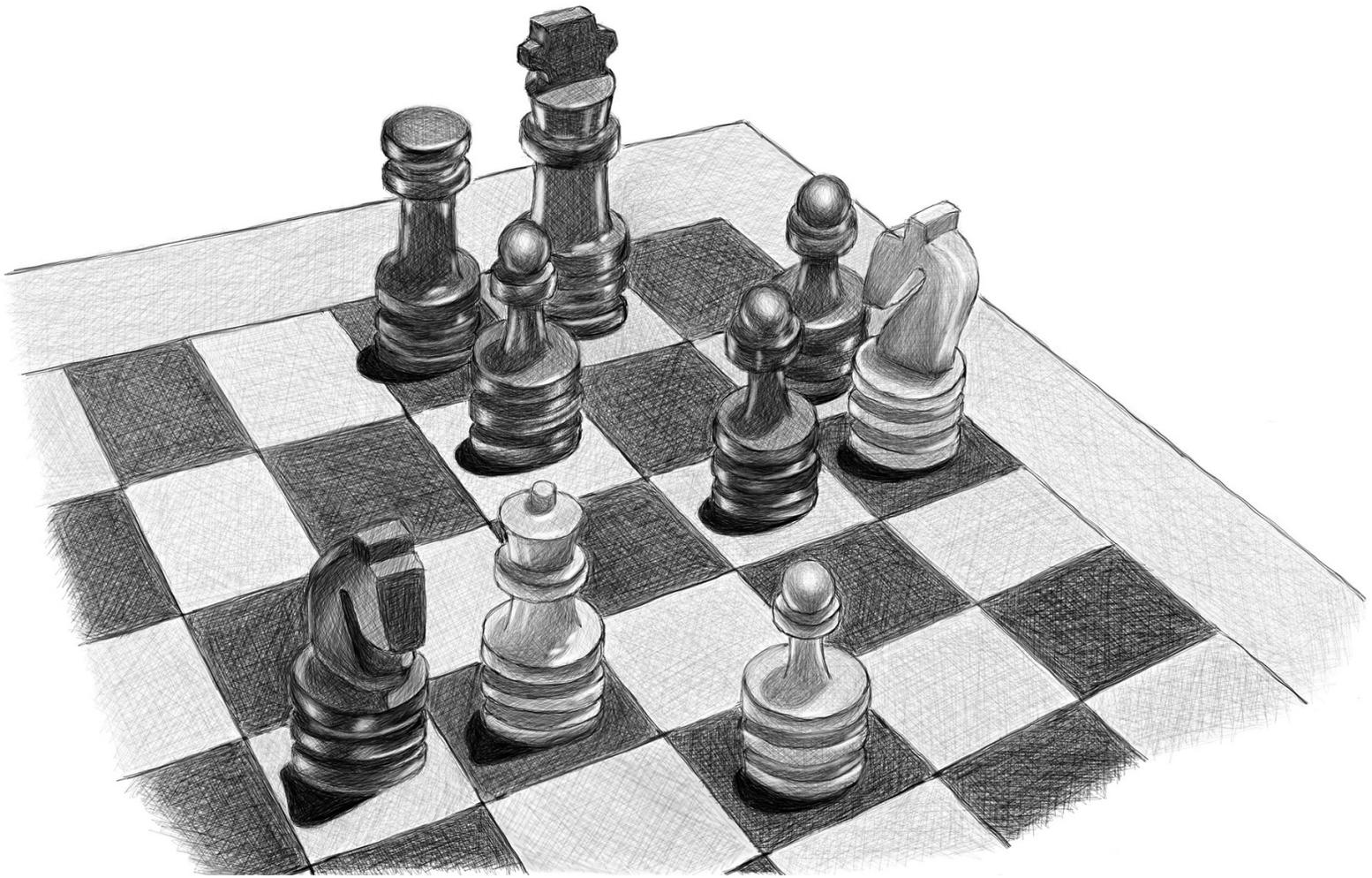
En cada etapa del desarrollo del enfoque estratégico se abarcó la práctica anterior con una forma mejorada complementaria, de modo que, durante la evolución de la teoría administrativa, aquellos aspectos que podrían limitar o distorsionar su conjunto fueron siendo poco a poco corregidos.

Durante el curso de esta evolución se inauguró un nuevo paradigma: la era de la gestión estratégica y competitiva.

En la década de los años 70 la expresión “estrategia” fue incorporada en las acciones y en el lenguaje de los ejecutivos.

Las organizaciones, incluyendo la minería, pasaron a dividir los niveles jerárquicos en tres grupos estratégico, táctico y operacional, los cuales son bien representados por el triángulo de Robert Anthony.

Asociadas a los subsistemas estratégico, táctico y operacional están las cuatro variables claves: Decisiones, Datos (información); Actitudes y Funcionalidad.



Decisiones: En el nivel operativo, casi todas las decisiones son estructuradas, o sea, rutinarias, basadas en normas y procedimientos.

Cuanto más cerca del nivel estratégico, más y más las decisiones son basadas en situaciones nuevas y de alta incertidumbre.

Datos: Los sistemas de información transforman los datos, los cuales se encuentran en gran volumen en el nivel operativo, en informes, o sea, datos interpretados, que poseen significado y utilidad, para el proceso de decisiones.

Actitudes: El nivel operacional se desarrolla con eficiencia, o sea, utilizando los recursos disponibles en el proceso.

En el nivel estratégico el foco es la conquista de la eficacia que es una medida de alcance de resultado.

Eficiencia y Eficacia no caminan necesariamente juntas, pues una organización puede ser eficiente sin ser eficaz o ser eficaz sin ser eficiente. Sin embargo el ideal es que la organización sea eficiente, eficaz y efectiva logrando así la excelencia al desempeño.

La efectividad es la medida que se verifica el impacto de una organización (positivo o negati-

vo) en su área de actuación, lo que se puede evaluar por la satisfacción del cliente.

Funcionalidad: Las acciones del nivel operativo y táctico, garantizan la supervivencia de la empresa.

La principal función del ejecutivo de nivel estratégico es de monitorear el ambiente externo, captando las señales de mudanzas, y alcanzando la evolución y esto pasa directamente con la Gestión de Costos.

La principal razón para la existencia de cualquier institución con fines de lucro es, evidentemente, dar lucro como el nombre lo indica, donde la entrada de ingresos está comprometida con la situación económica de una región, país o mercado y se refleja directamente en cualquier empresa, variando con su tamaño.

La previsión del presupuesto se realiza siempre cada año y generalmente la "rebanada" del mantenimiento tiende a ser bastante pobre, pero la estrategia de una organización no debe ser a corto plazo por lo que no generan efectos inmediatos de los cambios en flujo de caja.

Las grandes empresas ya trabajan así, buscando una visión de largo plazo (un promedio de cinco

años), que debe revisarse con frecuencia basada en la situación del mercado vigente en el momento. Y esta práctica aún que recomendada para todas las empresas tiene reflejos más importantes en las que actúan en el mercado de commodities, como es el caso de la minería.

Este hecho es bien conocido por los gerentes de negocio y vale la pena ser recordado, porque en tiempos de crisis (económica, social y política, como por la cual está pasando Brasil y otros países latinoamericanos) todos los sectores se ven afectados, pero no en la misma forma y estrategias de reducción de costos, una vez que unos sufren más que otros.

Durante mucho tiempo el área de mantenimiento era vista como una fuente de gastos para la empresa, pero logró alcanzar el nivel de hacer parte de la estrategia en la gestión de sus activos físicos.

Así, para empresas que tienen madurez las estrategias de mantenimiento e ingeniería de confiabilidad, son estimuladas para buscar alcanzar el estándar Clase Mundial.

Las empresas que no tienen esta visión o donde el mantenimiento no hace parte de las decisiones

corporativas tienen mayor probabilidad de ser afectadas con las crisis.

Sin embargo, algunas compañías trabajan la crisis al revés, mejorando el marco estratégico de mantenimiento y diseño de estructura, buscando proporcionar una mayor confiabilidad, y disponibilidad asegurando una mínima pérdida de ingresos, lo que puede ser más lucrativo cuando se compara con las empresas que bajo la crisis, aplican reducciones en los costos.

Mientras tanto, vale la pena ser recordado que se debe ahorrar costos, no sólo en tiempos de crisis o sea, “hacer bien gastando menos”.

En caso de que tengamos una reducción del plan de producción o variación de precio del producto en el mercado, se puede aprovechar la necesidad de paradas de la máquina para el mantenimiento y reducir el gasto de pérdida de producción que, en los momentos de demanda generan pérdida de facturación.

Las ganancias con horas-hombre de los equipos de mantenimiento pueden ser dirigidas a actividades de mejora y proyectos de ingeniería de mantenibilidad donde se incluye implementación de redundancia de equipos o partes de ellos.

Lo importante es entender la condición de la empresa, e identificar las maniobras más apropiadas se deberá llevar a cabo para mejorar el resultado con el mismo.

La primera opción, las empresas que, en la crisis (nacional o internacional), logran aprovechar las oportunidades alineando y utilizando los conocimientos existentes en la organización, tienden a destacarse y ser empresas exitosas.

Basado el modelo Nonaka y Takeushi, deben compartir los conocimientos tácitos (o sea personal e inconsciente, adquirido por medio de las experiencias e intentos), con los conocimientos explícitos (o sea, fácilmente comunicados y entendidos por medio de palabras, imágenes, gráficos y metodologías);

A su vez, los conocimientos tácito y explícito se completan y se relacionan entre sí y las personas y empresas que logran racionalizar a los dos salen fortalecidas y capaces de superar las adversidades

En el curso de Gestión de Costos del Mantenimiento Minero, promovido por CAMIPER, además de analizar la composición de la estructura financiero del órgano y la subdivisión de costos directos e indirectos, fijos y variables, se manejan los principales indicadores relacionados con esta función.

Tales indicadores se derivan de una base de un análisis estadístico y, por lo tanto, la calidad de la información que se almacena en el sistema de

gestión de mantenimiento es la base del éxito para la gestión de tasas de control.

Así que vamos a hacer una reflexión relativa a una evolución de la base de datos dentro del mantenimiento.

¿Cuál es la META del Mantenimiento el día de hoy? ¿Cómo se puede identificar un “Mantenimiento Clase Mundial”?

La respuesta a las dos preguntas es: (Retorno sobre la inversión)”.

Para viabilizar la evaluación del Retorno Sobre la Inversión (ROI) por el mantenimiento es necesario que exista una efectiva gestión (toma de decisiones), hecha a partir de las recomendaciones del análisis de los informes (índices y consultas) adecuados a cada nivel, generados a partir de archivos consolidados tratados por un eficiente sistema que procese datos completos y confiables de todas las intervenciones controladas. Si la información no es completa y confiable no se lograrán archivos consolidados que, en consecuencia no irán generar los informes para ser analizados y de esta forma la gestión quedará restringida a la experiencia de los gerentes en los tres niveles: Estratégico, Táctico y Operacional.

Se recomienda que el análisis de los informes sea hecho a través de un órgano de asesoramiento, llamado “Ingeniería de Mantenimiento” que debe ser compuesto por personal con experiencia de planta, capacitación adecuada para interpretar los indicadores y espíritu pionero, o sea, buena intuición, coraje para enfrentar desafíos, persistencia y alineación a la misión y visión de la empresa. Además el personal de este órgano también debe estar calificado para investigaciones de causa raíz de fallas, con el auxilio de la base de datos para obtener la información específica de lo que desea analizar.

La calificación de este personal también debe involucrar estudios económicos, de eficiencia de máquinas y de productividad humana utilizando técnicas comprobadas y eficaces para estos tipos de evaluaciones. Sin embargo todo el proceso de análisis debe ser complementado con tormentas de ideas involucrando los niveles de supervisión de planta tanto de mantenimiento como operación, logística, calidad, seguridad y medio ambiente para, entonces, generar las recomendaciones que serían aplicadas gracias a su factibilidad por los gerentes, dando como resultado el ROI.

Para garantizar la confiabilidad de estos datos, es fundamental que se trabaje bajo conceptos universales y estandarizados, bien difundidos y reconocidos por todos los involucrados. Dentro de este enfoque, se recomienda utilizar los conceptos

presentados en la sección “definiciones” del sitio www.mantenimientomundial.com. En esta sección del sitio encontrarán la terminología universal de mantenimiento además de las indicaciones de subdivisión de la importancia operacional de los equipos (clase o criticidad) y de las prioridades.

En los días de hoy el importante que todos los equipos (ítems o activos) estén identificados a través de su “tag” (que identifica su posición y función operativa, convertido para un código “2D” o “QR” de forma a permitir su lectura utilizando “mobiles”) y su número individual a lo cual se pueden asociar su identificación con todos los Sistemas de la empresa (ERP, GPS, Calidad etc.). En esta identificación también es fundamental el establecimiento de las criticidades para las cuales serán establecidas las estrategias de intervención.

Entre más tablas se utilicen en un proceso de identificación menor es la posibilidad de error de digitalización además se logran estándares y rapidez de registro y búsqueda de información (filtro) en el proceso de gestión (de activos, costos y recursos).

Como uno de los factores impactantes en los costos está la Seguridad y el Medio Ambiente y para tal mantenimiento debe buscar establecer recomendaciones junto con las áreas competentes de forma eliminar los accidentes a personas o naturaleza. Deben ser escritas de forma objetiva, por conjunto de funcionalidades de equipos, en pocas líneas ya que deberá ser registrada en la OT, y de fácil entendimiento.

En resumen:

Mantenimiento (ahora Gestora de Activos Físicos) se ha convertido en la función más importante en empresas de proceso o servicio por sus características de estar, al mismo tiempo, en la “línea de frente” a través de los ejecutantes de mantenimiento con el apoyo del PCM (planificación y control de mantenimiento) y por su “actuación de respaldo”, a través de la Ingeniería de Mantenimiento, en el análisis de informes que generan recomendaciones coherentes e innovadoras bajo los aspectos de economía y viabilidad técnica, para las tomas de decisiones gerenciales, buscando siempre el acercamiento y los intercambios de ideas y conocimiento con las demás áreas de la corporación.

Este es el motivo por el cual se incorporó en el curso la identificación de las etapas del ciclo de vida de los activos y el análisis de las estrategias más adecuadas de obtención de ROI en función de la criticidad de cada activo de las plantas mineras.

Capacitación para empresas

Cursos Línea y Presenciales

Descarga el catálogo de cursos

Descargar

Índice de cursos

Area 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

Area 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

Area 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 y motores recíprocos

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 la que puede ser dictado:

Presencial (al Company) -
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 Predictiva21
- 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 Eléctrica, 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 sus parámetros, serie-paralelo, etc.
- Ejercicios.
- Mediciones determinísticas y probabilísticas.

Construcción del Modelo en el RAM

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

Bases de Datos, Ajuste y Combinación de Fuentes

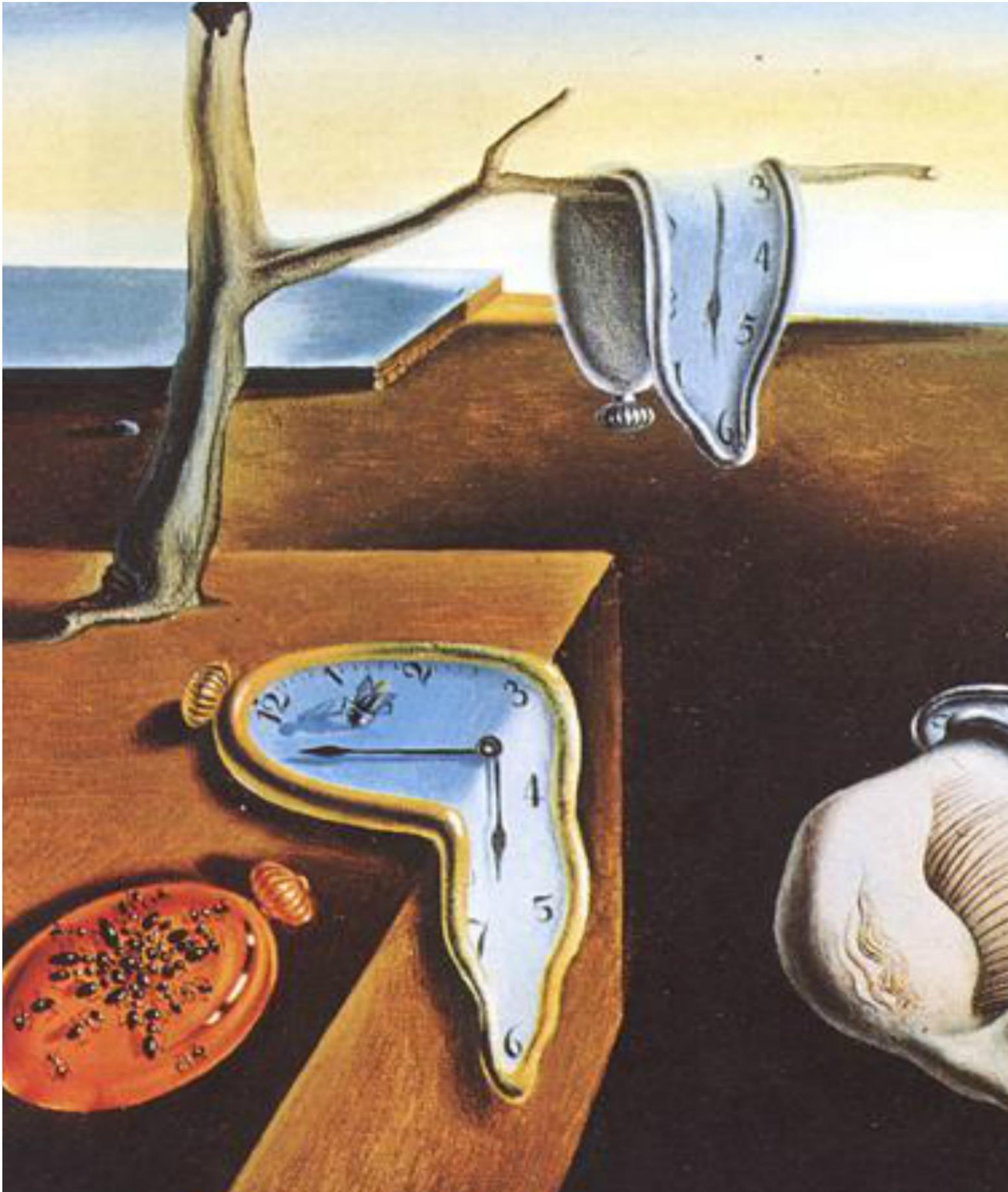
- Bases de datos: Excel, Access, etc.
- Particulares (recopilación de datos, instalaciones).
- Opinión de expertos.
- Combinación de fuentes de datos.
- Ajuste de los datos comerciales. Ejercicios.
- Distribución Weibull.

Caso Práctico

- Simulación de un caso práctico.
- Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (RAM).
- Identificación de oportunidades de mejora.

Ir a índice

2





El significado de Backlog en la Gestión de Mantenimiento



Brau Clemenza

www.sistemade mantenimiento.com
YouTube: Brau Clemenza

Unos de los tantos términos del BACKLOG significa “atraso”; pero en la Gestión de Mantenimiento podemos definirla como: Aquellas órdenes de trabajo que debieron salir al campo a ser ejecutadas y debido un determinado “atraso” no han salido, dificultado su ejecución. Estos atrasos pueden estar relacionados principalmente a: falta de mano de obra para ejecutar el trabajo, falta de materiales, partes y repuestos (M.P.R), alguna orden de compra de un M.P.R que es de stock o no, y que no ha llegado; ausencia de alguna herramienta especial, atraso por la espera de un contratista especial que se requiere para ejecutar algún trabajo; o sencillamente por el exceso de trabajo de un planificador, que impide que éste no concluya un trabajo de planificación, por falta de tiempo. En este último punto no juzgaremos la experticia o conocimiento de un planificador que ocasiona lentitud en el proceso, que con seguridad los hay.

Es importante recordar, que la “Planificación” obedece a responder a las siguientes preguntas: qué hacer, cómo hacerlo, en cuánto tiempo hacerlo, para qué hacerlo, con quién hacerlo, dónde hacerlo. Fíjense que me refiero al significado planificar, no desde un punto de vista de un departamento de planificación que contempla a ambos (planificación y programación), me refiero estrictamente a la palabra planificar, debido a que el “cuándo hacerlo” y con quién hacerlo” corresponde a programación. En términos sencillos: Programación coloca nombre y apellido a la Planificación. Viéndolo de esta manera: tenemos que pintar un salón de clase de 300 metros cuadrados, planificación dice: necesitamos dos cuñetes de pintura, una escalera, dos brochas, máscaras, lentes, un rodillo con su extensión, tirro, dos pintores y eso tomará dos días. Qué dice programación: el trabajo lo vamos a realizar el día 15 y 16 de julio de 8 a 4 de la tarde (16 horas), con Pedro y Pablo; y una vez que se haya revisado que tenemos todas las herramientas y materiales disponibles para realizar el trabajo.



El BACKLOG comprende por decirlo de alguna manera: el espacio de tiempo por atraso que hay por órdenes entre Planificación y Programación. Posiblemente, algunas personas entiendan que el BACKLOG corresponde tan sólo a la responsabilidad de Programación.

Ahora bien, no quiero extenderme en estas definiciones y continuar con la interpretación del BACKLOG. Para esto, a continuación les dejo un esquema extraído de mi libro “Cómo Desarrollar e Implantar un Sistema de Mantenimiento”, segunda edición.

Si observamos el esquema, encontramos involucrados a: planificación, programación y ejecución. Fijense que en el tanque de programación, hay una cantidad de órdenes de trabajo que se encuentra aún allí y que “debieron salir al campo y aún no salen por atrasos”, por cualquiera de las causas anteriormente descritas al inicio. Igual sucede con planificación; hay un atraso en algunas órdenes; quizás sea posiblemente, porque el planificador no ha tenido tiempo de sacarlas por falta de tiempo o por falta información. Dentro de ese esquema anterior encontramos como ejemplo una codificación numérica para las órdenes y éstas pueden ser de: correctivo normal, actividades predictivas y trabajos preventivos. Estos últimos porque forman parte de un programa; ya fueron planificadas, tan solo están para ajustes de ser necesarios; porque son trabajos que significan: hacer siempre lo mismo, con la misma gente, con el mismo tiempo, con los mismos materiales, con la misma frecuencia. Con relación al tiempo total, posiblemente exista una ligera desviación. Igualmente, también puede suceder que tan solo se está a la espera de que operaciones o producción entregue el equipo para proceder a su intervención.

El BACKLOG comprende por decirlo de alguna manera: el espacio de tiempo por atraso que hay por órdenes entre Planificación y Programación. Posiblemente, algunas personas entiendan que el Backlog corresponde tan sólo a la responsabilidad de programación. Para mi opinión, debemos ser más amplio y verlo como un conjunto (planificación-programación), porque todo recae sobre una gerencia o departamento de mantenimiento. Sin embargo “pendiente”, puede suceder también que un BACKLOG respectivo se refiera a que una(s) orden(es) que no ha salido al campo, porque no

hay personal de ejecución disponible para hacer un trabajo. Si nuevamente vemos el esquema, el programador no puede abrir la llave para sacar más órdenes al campo si no hay disponibilidad de mano de obra y los demás recursos no están disponibles. Esto sería abarrotar el campo con órdenes de trabajo que ocasionaría una desorganización. Como consultor dejaría abierta esta posibilidad de incluir a “Ejecución” dentro del Backlog, porque posiblemente no haya más recursos para ingresar gente a la gerencia de mantenimiento. En consecuencia, para mi punto de vista lo dejaría fuera del BACKLOG. Es importante precisar que el tiempo por atraso de trabajos porque operaciones o Producción no ha autorizado intervenir algún activo, está fuera del BACKLOG.

Continuando, la planificación como parte del BACKLOG no puede detener su actividad y responsabilidad de planificar, así haya en el tanque del programador demasiadas órdenes. Un planificador debe continuar sin parar su actividad y echar al tanque del programador las órdenes de trabajo ya planificadas; y éstas, acompañarlas de su set de trabajo que contempla: orden de trabajo, sub-órdenes de trabajos, vales de almacén, guía de procedimientos técnicos, planos, esquemas, guías de detención de fallas, etc. como parte de una efectiva planificación.

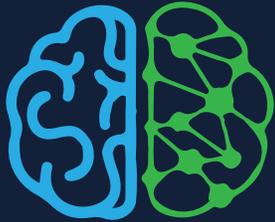
Ahora bien, los trabajos de emergencia no forman parte de BACKLOG, debido a que cuando hay una situación de emergencia, todos los recursos: tanto planificación, programación y ejecución se colocan al frente para restablecer la condición operacional que ocasiona la paralización o degradación del equipo. Recordemos que un trabajo de emergencia está afectando y amenazando: la producción, la seguridad de las personas, activos y ambiente; por lo tanto, no debería haber margen de espera.

Es importante ver cada proceso del BACKLOG individualmente, porque se aplica a cada una de las órdenes que están en atraso. Aunque a través de los indicadores generales de planificación y

programación los analicemos globalmente, por ejemplo cuando decimos: cantidad de trabajos planificados VS cantidad de trabajos solicitados en el tiempo (X), efectividad de los preventivos, relación de trabajos programados y paralizados por falta de: M.P.R, mano de obra, etc. del total de órdenes; y así sucesivamente. Quisiera dejar claro que “Programación” es la responsable por el balanceo efectivo de los recursos, revisar la disponibilidad de M.P.R en el almacén, disponibilidad de mano de obra, revisar la llegada de una orden de compra respectiva, seguimiento a los programas preventivos y correctivos. La programación trata de la asignación eficiente de recursos en el tiempo para realizar un trabajo, sea éste de preventivo o correctivo y del seguimiento respectivo.

PARA CONCLUIR, ANALIZANDO EN DETALLE TODO LO QUE HE COMENTADO:

Podemos sacar varias lecturas cuando no hay un control racional del BACKLOG: la primera, posiblemente sea que hay demasiados trabajos y el BACKLOG se está haciendo incontrolable y requerimos rápidamente de una política de mantenimiento. Una podría ser: desarrollar estrategias de acciones predictivas o mejorar las existentes para minimizar las fallas de los activos. Otra lectura es que debemos revisar la cantidad de personas que tenemos en la planta para realizar los trabajos. Posiblemente tengamos que revisar destrezas en cuanto a planificación y programación; revisar velocidad de respuestas del departamento de compra, optimiza el control de inventario. En general, realizar un proceso de “Reingeniería” del cual algún consultor haya escrito en esta prestigiosa revista; en caso contrario, con seguridad comentaremos en una próxima edición.

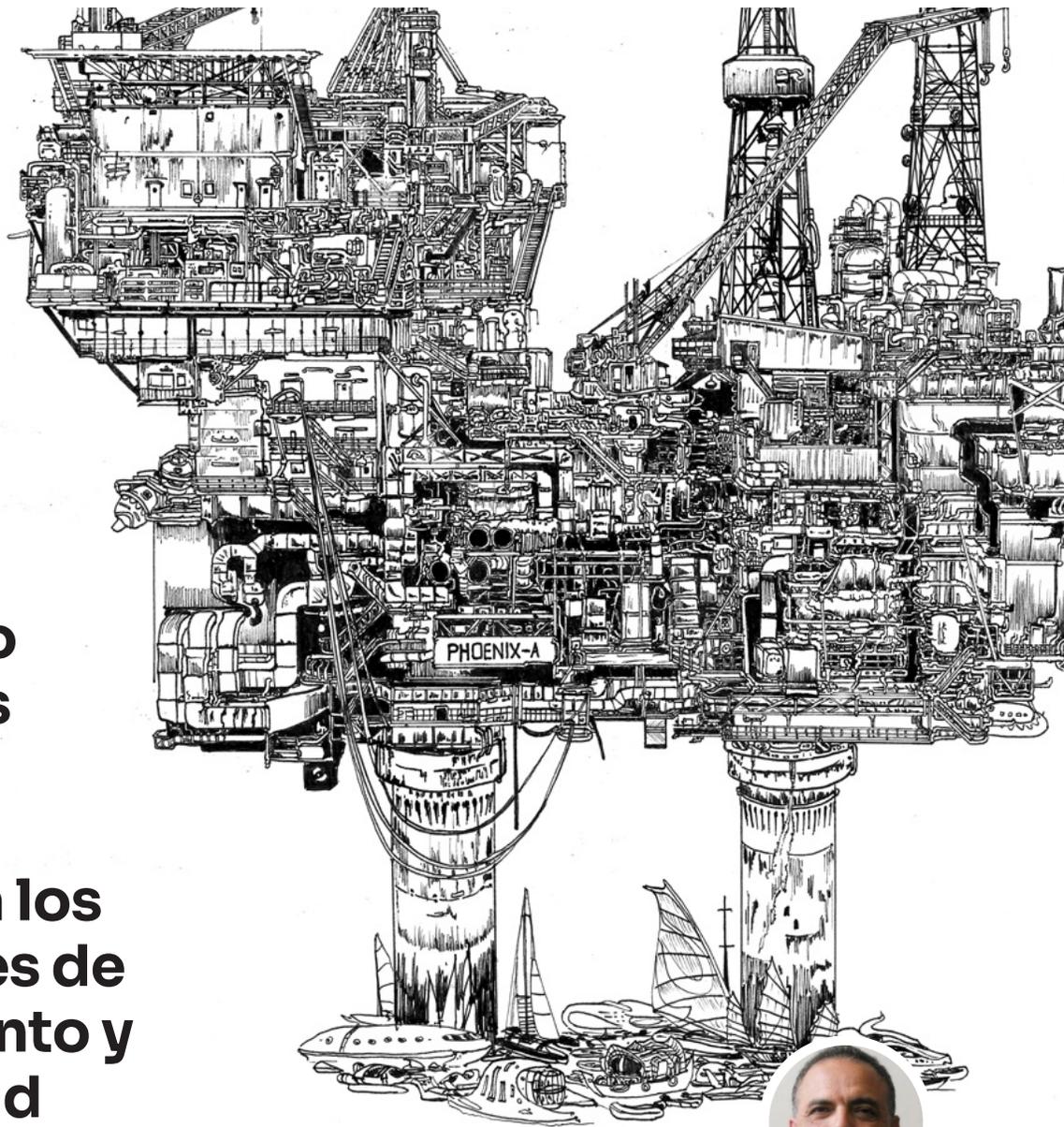


Reliabytics

**CONFIABILIDAD
BASADA EN
ANALÍTICAS**

Solución

www.reliabytics.com



Entendiendo los Procesos Operativos como una Ventaja para los Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad



Probablemente, en su experiencia profesional, se ha encontrado con situaciones donde algo va mal con un equipo, tratan diferentes posibles soluciones, diferentes aproximaciones, y nada parece funcionar - El retrabajo se incrementa, el personal de operaciones lo critica a usted y a su personal, porque no pueden satisfacer las expectativas de confiabilidad para ese equipo. Incluso, en algunas ocasiones ya han realizado un análisis de causa raíz con el personal a su cargo y el problema continua, porque las soluciones no trabajaron.

Víctor D. Manríquez, CIP, CMRP, CAMA

SMRP International Symposium Committee Chair
SMRP LATAM Affiliate Member

Ingeniero Mecánico

Mg. Energías Renovables & Gestión Educativa

Consultor & Docente en Mantenimiento, Confiabilidad & Gestión de Activos

**Pero ¿Conoce usted el proceso operativo y la función que el equipo problema desempeña dentro de él?
¿Y si las condiciones del proceso han cambiado durante el tiempo y las condiciones de diseño del equipo han sido excedidas?**

Cuando revisamos el Cuerpo del Conocimiento (BOK) en mantenimiento y confiabilidad de la SMRP, el Pilar 2 Confiabilidad del proceso, leemos:

“2.1 Entender los procesos aplicables (documentos, flujo del proceso, entender los parámetros del proceso, entender las especificaciones de calidad, etc.)

La completa comprensión del proceso a través de todas las disciplinas y a todos los niveles de la organización que influyan en el desempeño y la seguridad puede proveer importantes beneficios. La habilidad de reaccionar apropiadamente a las condiciones cambiantes del proceso, no solo los relacionados a nuestras funciones directas sino con impacto en el proceso total provee control y optimización del proceso en tiempo real”.

Esto significa que los profesionales del mantenimiento DEBEN entender el proceso operativo a fin de dar respuestas desde el lado de mantenimiento a las condiciones cambiantes del proceso. Si nosotros como profesionales de mantenimiento y confiabilidad no somos conscientes de esta situación, probablemente podamos vivir una situación como la descrita al inicio de este artículo.

Más aún, si revisamos el Pilar 3 del referido BOK referente a la Confiabilidad del Equipo, encontramos el siguiente texto:

“Evaluar la confiabilidad del equipo e identificar las oportunidades de mejora (medir y monitorear el desempeño, determinar el mejor rendimiento comprobado, analizar las brechas, etc.)

Cuando se ha recolectado suficientes datos del equipo, puede compararse con las expectativas establecidas de disponibilidad y confiabilidad... los parámetros nominales de diseño y los mejores niveles de rendimiento comprobado deben ser comparados con los requisitos del proceso para determinar si estos requisitos han cambiado en el tiempo al punto que hayan excedido la capacidad inherente del diseño. Este análisis comprensivo resulta en oportunidades de mejora claramente definidas para lograr el desempeño del equipo que cumpla con las expectativas”.

Luego en el punto 3.1 del Pilar 3, el BOK nos recuerda acerca de la cercana relación entre las expectativas de confiabilidad y los requisitos del proceso, si no lo hacemos así lo más probable es que nos encontremos con situaciones donde los requisitos del proceso han cambiado sin que tengamos conocimiento de ello y que la capacidad inherente del equipo que mantenemos haya sido excedida, he tenido varios casos durante mi experiencia de trabajo y recuerdos en particular dos de estos eventos.



Alrededor de mediados del año 2000 fui a trabajar por primera vez en el sector minero, en una mina en las montañas al norte del Perú a 4000 m.s.n.m.

Trabajaba específicamente en la planta de procesamiento de minerales a cargo del mantenimiento mecánico. Había una bomba centrífuga instalada en la pendiente de un cerro a mitad de camino entre la planta y la poza de sedimentación y recuperación del agua proveniente de la planta de flotación. El fluido bombeado (agua recuperada para el proceso de la planta) no alcanzaba la altura o caudal esperados. El departamento de mantenimiento eléctrico había equipado a esta bomba con un motor eléctrico de gran potencia, el motor original estaba alrededor de los 75 HP, el segundo que se instaló era de 100 HP y estaban en tránsito de instalar uno aún más grande pero encontramos que el problema no era la potencia del motor.

Como responsable mecánico con mi equipo ubicamos las curvas de rendimiento de la bomba y lo que encontramos era que de acuerdo a dicha información técnica, esa bomba jamás cumpliría con los requisitos del proceso, en otras palabras la capacidad inherente no alcanzaba a cumplir los requisitos del proceso. Dirigimos las consultas al fabricante de la bomba y este nos aconsejó cómo resolver el problema. La moraleja detrás de este evento es que si no somos conscientes de las capacidades inherentes de nuestros equipos podemos estar inmersos en una infructuosa serie de ensayos de prueba y error con eventos sin resultados después de un largo número de pruebas y con el consecuente estrés.

El segundo caso fue alrededor del año 2014 en una plataforma off-shore de petróleo en el mar del Perú hacia el norte con unos compresores recíprocos de gas natural

El petróleo es extraído juntamente con agua y gas natural. Por regulaciones nacionales después que el petróleo es extraído se debe disponer de los otros fluidos. Las compañías usan una parte del gas natural en la generación de energía y otros servicios relacionados. Luego de ello, un porcentaje del gas natural puede ser quemado de acuerdo con las regulaciones ambientales y el gas remanente debe ser reinyectado al subsuelo. Si una empresa quema más de la cantidad de gas autorizada puede ser pasible de una multa por parte del organismo regulador. Los compresores de gas tenían una terrible performance debido a la falla frecuente de las válvulas. Habían acumulado casi 700 horas/mes en paradas no programadas debido a este problema. La opción inmediata que sugirió un gerente era incrementar el stock de válvulas como una acción de emergencia, obviamente esta no era una acción sostenible.

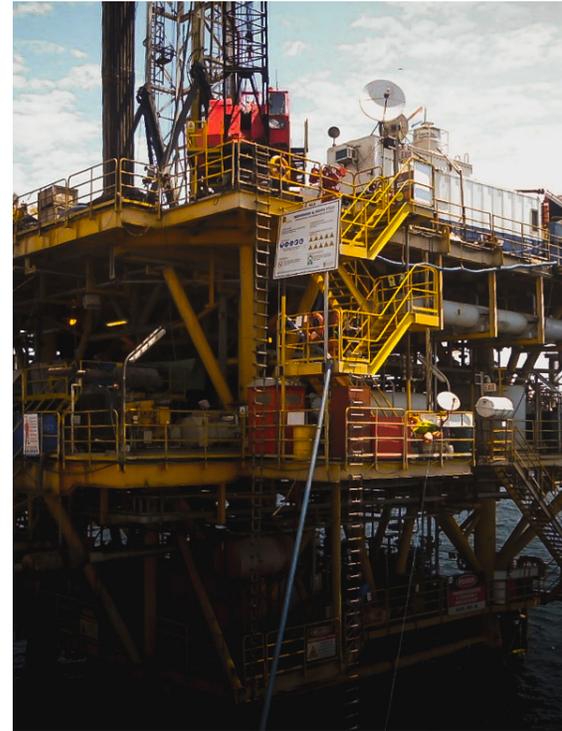
Así que decidimos buscar información en la web acerca de esta clase de fallas y llegamos a la página del laboratorio de turbo maquinaria de la Universidad de Texas. En su sitio web ellos compartían los artículos

y procedimientos del simposio de turbo maquinarias que esta universidad organiza y permitían el acceso a su base de datos de diferentes casos junto con otra información útil relacionada a turbo maquinaria. Buscamos en esta base de datos y encontramos un caso como el que nos estaba ocurriendo. Primero encontramos que las válvulas que estábamos usando habían sido diseñadas para trabajar con gas seco y que el problema en nuestra operación se producía porque el gas natural que se procesaba e ingresaba a los compresores arrastraba líquidos. Esta era la razón de que la frecuencia de falla de las válvulas fuera tan alta. Más aún, el punto más importante, la presencia de líquidos en el gas natural era consecuencia que los parámetros del proceso habían cambiado.

Con esta información, iniciamos una revisión de las condiciones del proceso de separación de gas y líquidos en la plataforma marina y encontramos que las condiciones del proceso habían venido cambiando en los últimos meses. El contenido de líquidos en el gas natural venía continuamente incrementándose y el scrubber que estaba a cargo de la separación había sido excedido en su capacidad. Así el gas estaba arrastrando líquidos al ingreso de los compresores y las válvulas no podían manejar esa situación. Así que lo que necesitábamos era revisar los requerimientos del proceso y hacer la comprobación con las capacidades inherentes de los compresores de gas.

En este segundo caso, necesitamos considerar dos aspectos, la capacidad inherente de los activos y los requerimientos del proceso. Si no hubiéramos echado una mirada a los requisitos del proceso podría haber

igualmente estar tratando con diferentes enfoques desde el lado de mantenimiento y no acercarnos a la solución. Algunas de estas medidas de emergencia como incrementar el stock de válvulas eran también negativas para la rentabilidad de organización y en mi opinión muestran una visión muy estrecha acerca de la gestión de mantenimiento y confiabilidad. Una visión de corto plazo en vez de una de mediano y largo plazo que solo trata con los síntomas, pero no busca una solución real y definitiva.



De estos dos casos que les he comentado podemos resumir algunos puntos útiles para nuestra gestión de mantenimiento y confiabilidad:

1. Mantener organizada y actualizada la información referente a las capacidades inherentes de nuestros activos esto a fin de ser conscientes cuando esas capacidades hayan sido excedidas y así las expectativas de confiabilidad y disponibilidad de aquel activo no puedan ser alcanzadas o sostenidas.
2. Entender los requisitos de los procesos operativos/productivos y como los activos cumplen estos requisitos. También ser capaces de responder a los cambios en el proceso y entregar las capacidades requeridas.
3. El entendimiento de los procesos es relevante para las acciones de mantenimiento y confiabilidad, por ello, es recomendable solicitar y revisar los diagramas de flujo de proceso (Process Flow Diagrams - PFD) de nuestra organización y estar consciente de los parámetros de los procesos.
4. Dado que los estándares ISO promueven tener un enfoque de procesos para la organización es útil que los profesionales de mantenimiento y confiabilidad comprendan estos estándares y el enfoque basado en procesos.
5. Los estándares ISO para la gestión de la calidad, medio ambiente, seguridad y activos están todos alineados con un enfoque de proceso. Esto también es recomendado en el Pilar 2 del BOK: "...aplicar técnicas de mejora de procesos para identificar pérdidas de producción, establecer proceso de mejora continua... muchas organizaciones han adoptado diferentes herramientas desde los estándares ISO... a fin de establecer técnicas de mejora de proceso comprensivas".
6. Búsqueda de conocimiento. La información en la web de la Universidad de Texas fue sumamente útil para nuestro caso. Otros artículos incluidos en este sitio pueden también ser útiles para otras tareas de mantenimiento y confiabilidad. Este es el beneficio de compartir y colaborar información y el trabajo colaborativo.
7. Compartir y difundir nuestro conocimiento y soluciones en conferencias, simposios y revistas de mantenimiento y confiabilidad. Este conocimiento eventualmente podrá ser útil para otros profesionales de mantenimiento y nosotros también podremos beneficiarnos de esta colaboración.

Entonces, involucrémonos con el proceso. Nosotros como profesionales de mantenimiento y confiabilidad tendremos una ventaja clara y táctica para cumplir con los requisitos del proceso sin degradar nuestros activos al ser excedidas sus capacidades inherentes y los parámetros de diseño. De esta forma la organización será la ganadora

¡APRENDE, APLICA Y CRECE PROFESIONALMENTE CON NUESTROS ARTÍCULOS MÁS IMPORTANTES DE ESTE 2020!

En Noria Latín América nos complace presentarte nuestro TOP 5 de artículos de enero a junio 2020.

Nutre tus conocimientos desde la comodidad de tu hogar con valiosas herramientas que puedes aplicar como profesional en temas de lubricación.

¡CONSÚLTALOS AQUÍ!

TOP 5:

NO. 1 ACEITES PARA MOTORES CON ALTO KILOMETRAJE: UNA GUÍA PRÁCTICA



Aprende cuándo, cómo, con qué frecuencia utilizar los aceites, sus diferencias, usos y responde tantas preguntas como sea posible sobre el aceite para alto kilometraje.

<http://bit.ly/Art-1-Noria>

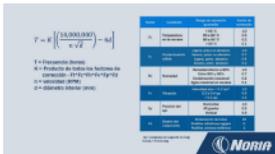
NO. 2 LOS SIETE ERRORES MÁS COMUNES EN EQUIPO HIDRÁULICO



Conoce los siete errores más comunes que cometen los usuarios de sistemas hidráulicos al dar mantenimiento a sus equipos ¡Para que tú puedas evitarlos!

<http://bit.ly/Art-2-Noria>

NO. 3 CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE GRASA Y DE LA FRECUENCIA DE RE-ENGRASE



¿Quieres comprender cómo seleccionar la frecuencia y la cantidad de grasa para cada aplicación del rodamiento? Profundiza y recopila toda la información necesaria para entender las condiciones en las que está trabajando la grasa.

<http://bit.ly/Art-3-Noria>

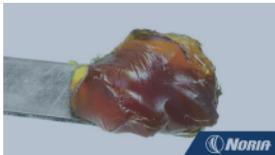
NO. 4 LOS PELIGROS OCULTOS DE LA FALTA DE LUBRICANTE



Conoce los “Cuatro Grandes” atributos críticos para el estado óptimo de referencia que influyen de manera individual y colectiva en el estado de la lubricación, y pueden ser controlados de buena manera por los mantenedores de la maquinaria.

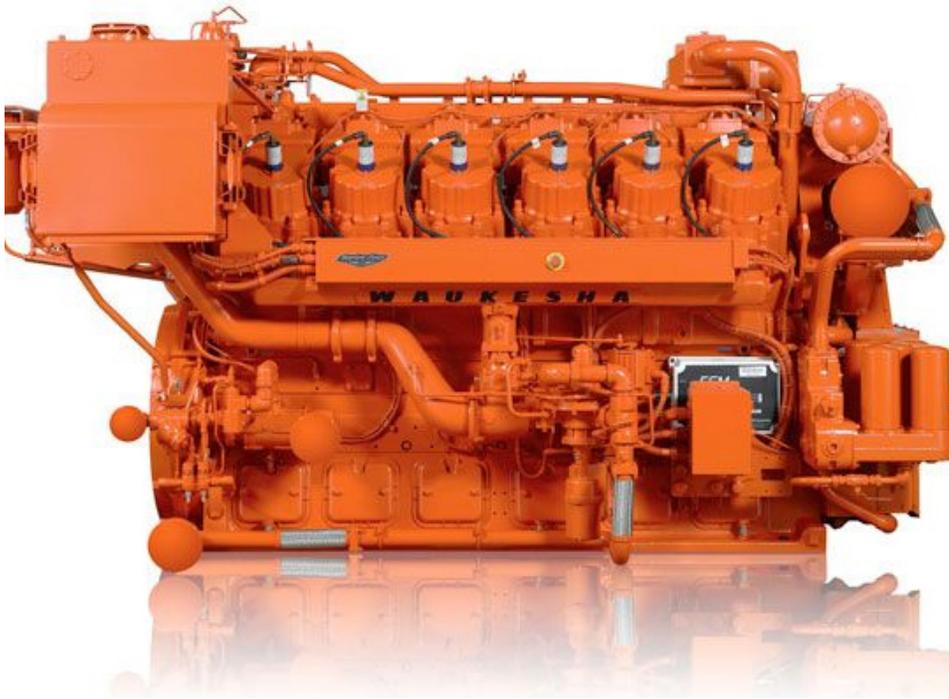
<http://bit.ly/Art-4-Noria>

NO. 5 ¿TAN SIMPLE COMO EL JABÓN? LOS RIESGOS DE LA MEZCLA DE GRASAS



Aprende a desarrollar una estrategia eficaz para evitar las consecuencias negativas de la mezcla de grasas.

<http://bit.ly/Art-5-Noria>



El Mantenimiento Basado en Condición (CBM), es una metodología que ha sido introducida en los últimos años a través del área de CBM en la empresa TGI, la cual se encarga de asegurar y garantizar el funcionamiento óptimo de las unidades de las estaciones de compresión



Leonardi Jaimes Gil
Colombia
Empresa: TGI S.A ESP
Centro de Conocimiento y Experiencia
leonardi.jaimes@tgi.com.co

Diagnóstico de condición de desgaste en cojinetes de biela y bancada motor Waukesha L7044 GSI mediante el análisis de vibraciones

Aplcando algunas de las técnicas predictivas, recopilando información, que una vez analizada, se diagnostica y se generan las recomendaciones pertinentes para encontrar fallas potenciales que pudiesen volverse fallas catastróficas afectando la confiabilidad y disponibilidad de los diferentes equipos de las estaciones de compresión; esto ha arrojado como resultado ahorros importantes y optimización de los mantenimientos. Es por ello por lo que se presenta el siguiente estudio donde se demuestra la efectividad de la aplicación de las técnicas CBM.

Como parte del desarrollo de PDT asociado a la ejecución de actividades de CBM se realiza el monitoreo de condiciones de la unidad motocompresora TAG MAQUINA: TGI-CMP-CPADU-SCG-U3 la cual cuenta con 23.383 horas de operación y se encuentra ubicada en la Estación Compresora Padua; Colombia.

El equipo utilizado para la colección de los registros es el equipo analizador WINDROCK 6320 PA, con el objetivo de determinar el estado de los componentes internos del motor; con lo cual se descartan desgastes, rupturas, metrología fuera de parámetros, descalibración de válvulas, etc. Utilizando los principios de análisis de vibraciones en equipos reciprocantes. Para el diagnóstico de condiciones en equipos reciprocantes bajo la filosofía de mantenimiento basado en condición se usa el análisis de vibraciones como técnica principal. El análisis de vibraciones en equipos reciprocantes se ejecuta mediante la colección y análisis de registros de vibración FFT y vibración sincronizada con el TDC del motor en este caso; el cual representó la base para el diagnóstico de condiciones que se presenta.

Análisis técnico

Luego de realizado el monitoreo se hace el análisis respectivo de los registros de vibraciones; primeramente, en vibración sincronizada, donde los resultados obtenidos se muestran a continuación:

En las formas de onda de baja (Low Frequency) y media (Raw Frequency) frecuencia; se presentan picos simétricos de vibración espaciados @ 360 grados con mayor amplitud en la bancada 2, en las bancadas 1 y 3 se presenta un comportamiento similar, sin embargo, de menor amplitud por lo que se determina que el origen de la vibración proviene de la bancada 2 y bielas adyacentes a esta.

Los eventos vibratorios se evidencian 2 veces por vuelta con diferente amplitud y ubicado en diferente carrera, por lo que se determina que la frecuencia de vibración es de 2X @rpm del motor.

En los registros de los espectros de vibración en aceleración FFT en particular en forma de onda, se evidencian eventos periódicos de vibración a la frecuencia 2X @rpm lo cual corrobora la condición evidenciada en vibración sincronizada.

Desde el punto de vista de las frecuencias asociadas al funcionamiento de los componentes del motor, esta frecuencia está asociada al funcionamiento de las bielas y el origen de la vibración se inclina hacia una condición asociada a estas.

Recomendación de CBM

Basado en el análisis de vibraciones se decide recomendar la revisión del cojinete de bancada 2 y el cojinete de biela más próximo a esta, ubicado entre la bancada 1 y 2, ya que la amplitud de la bancada 1 presenta mayor amplitud que la bancada 3, por tal motivo el cojinete de biela a verificar es del conjunto 1L.

En conjunto con el supervisor, planeación, programación y asesores especialistas de la dirección de mantenimiento, se recomienda realizar la inspección y el reemplazo de los cojinetes de biela en mención.

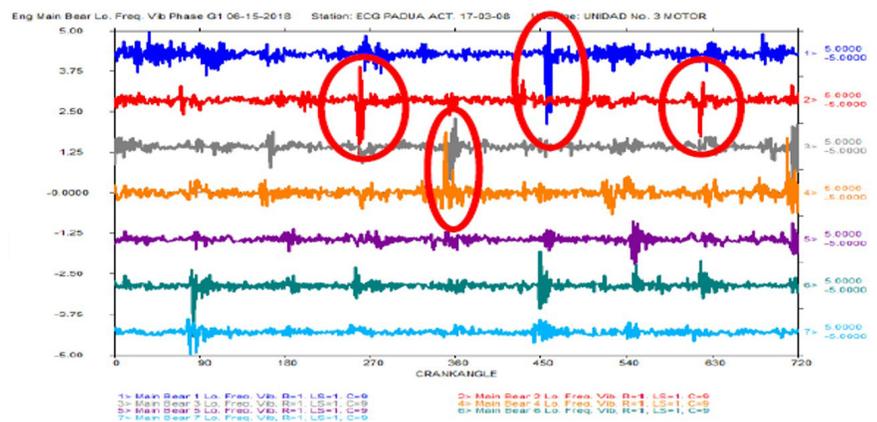


Fig 1. Forma de onda en Low Frequency bancadas. Fuente: Propia

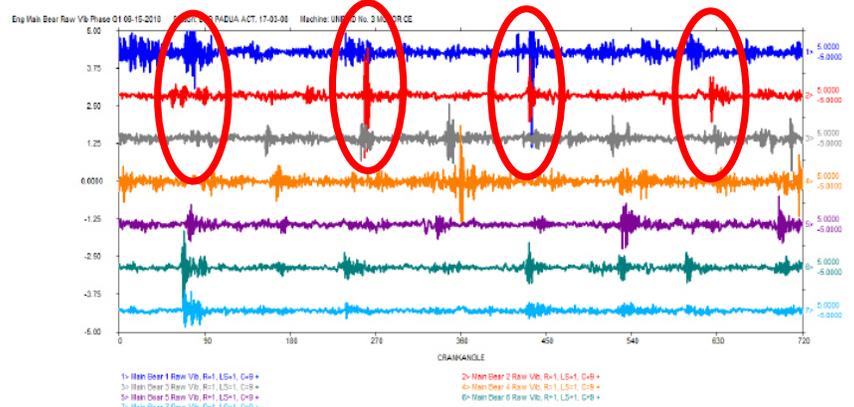


Fig 2. Forma de onda en Raw Frequency bancadas. Fuente: Propia

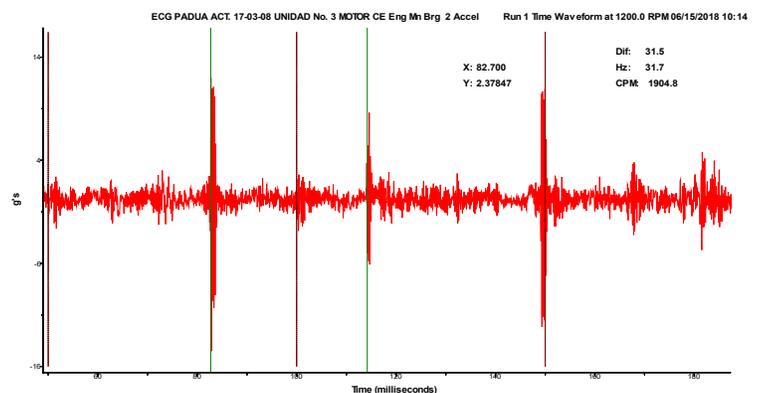


Fig 3. Forma de Onda de Vibración (Aceleración) Fuente: Propia



Fig 4. Desgaste abrasivo cojinete bancada. Fuente: Propia



Fig 5. Desgaste adhesivo cojinete biela. Fuente: Propia

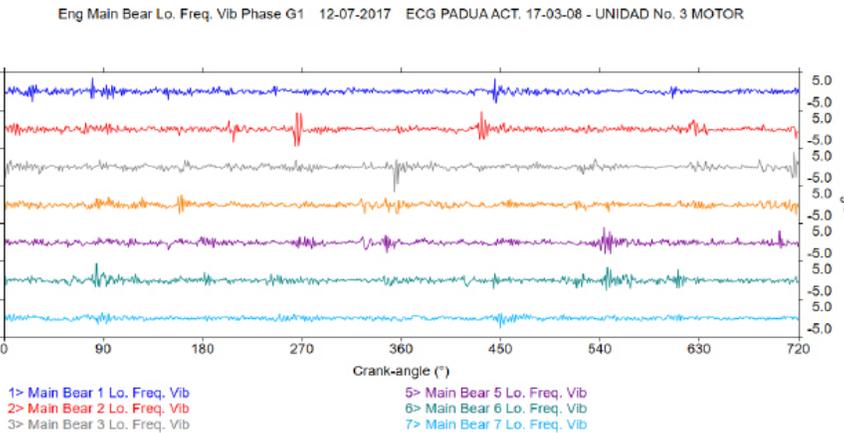


Fig 6. Forma de onda en Low Frequency bancadas. Fuente: Propia

Hallazgos y acciones correctivas

Se realiza la programación de la inspección del motor; el personal técnico atendió el aviso de mantenimiento y procede a realizar las recomendaciones.

Encontrándose fretting y desgaste adhesivo en los cojinetes, se evidencia exposición del babbit.

Este caso es muy particular por el golpe de lubricación, pero se observa también que presenta desgaste en un solo borde del casquete lo cual podría tratarse de desalineación de bancada también.

Con estos hallazgos se evita problemas de mayor severidad que implicarían la afectación del cigüeñal.

Verificación de condiciones de vibración posterior a la intervención

Se realizó monitoreo de vibraciones posterior al remplazo de los componentes antes mencionados, obteniendo los siguientes resultados:

Reducción de la amplitud de los eventos vibratorios en baja frecuencia, de 15 g's a 8 g's en promedio en la bancada 2, lo cual representa una mejora significativa de las condiciones de vibración 46,7% en pro del resguardo de la integridad del componente más importante y costoso del motor (el cigüeñal).

PANORAMA DE COSTOS DIAGRAMA P-F			
ESCENARIOS	ACCIÓN	VALOR	TOTAL
PREVENTIVO	Cambio de cojinetes	\$ 4.610	\$ 5.160
	H-H trabajadas	\$ 550	
CORRECTIVO	cambio cojinetes	\$ 4.610	\$ 98.610
	cambio de cigueñal y mano obra	\$ 93.095	
	H-H trabajadas	\$ 905	

Tabla 1. Evaluación de costos en dólares. Fuente: Propia

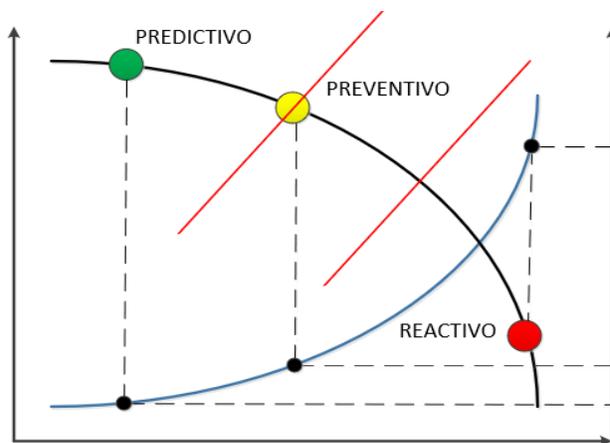


Fig 7. Curva P-F. Fuente: Propia

Beneficios del diagnostico

Los beneficios impactaron positivamente en ahorros por afectación al lucro cesante por incumplimiento en la entrega de gas a los clientes por parte de la empresa; se realizó la correcta planeación y programación para realizar la actividad.



Comparativo de Costos de Mantenimiento

1:19

Relación Costo-Beneficio Preventivo / Correctivo

93.45\$

Ahorro

Conclusiones

1

Se demuestra la relación costo beneficio que representa la detección oportuna de fallas en fase potencial antes de llegar a la fase de falla.

2

Se demuestra la efectividad del análisis de vibraciones para determinar condiciones anormales en el funcionamiento de componentes.

3

Se evidencia el aporte significativo del mantenimiento CBM dentro de la compañía, donde la eficiencia de este ha evitado daños que pudieron haber afectado los indicadores corporativos.



MOBIUS CONNECT®

SOLUCIONE · APRENDA · COMPARTA

¡La Puerta de Entrada a su Futuro!

Nos complace compartir con ustedes la nueva plataforma MOBIUS CONNECT®. La nueva e innovadora comunidad MOBIUS CONNECT fue creada con un propósito, el conectar y facilitar la conexión entre todos los miembros que son parte de esta maravillosa industria. 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.

MOBIUS CONNECT incluye características divertidas como lo más nuevo, discusiones en foros, mapas de usuarios interactivos, mensajería directa, comunicaciones personalizadas (basadas en sus áreas de interés) eventos globales, trabajos y listados de noticias y una aplicación móvil (¡que está por llegar!) puede participar en las conferencias de entrenamiento en vivo CONNECT o en línea con las páginas web de conocimientos CBM CONNECT en español y RELIABILITY CONNECT en español.

Puede convertirse en miembro de su grupo regional a través de COMMUNITY CONNECT para obtener acceso a recursos adicionales y asistir a encuentros en vivo o virtuales con profesionales de su área. Incluso puede convertirse en líder de su comunidad, para que comparta sus conocimientos y cree una conexión mas fuerte con su región local, y disfrute de los muchos beneficios exclusivos!



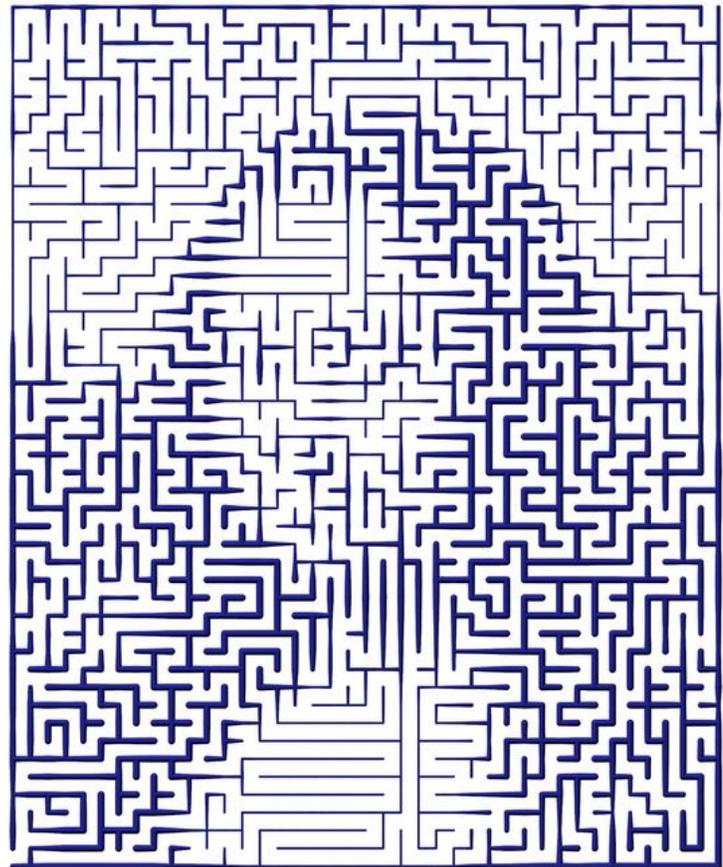
¡Pero esto no es todo! Puede ser embajador de MOBIUS CONNECT, usted será parte de un equipo global responsable de representar a la comunidad MOBIUS CONNECT a través de canales virtuales (como las redes sociales), ¡y luego en eventos en vivo una vez que se vuelven seguros para nosotros asistir de nuevo! Además, participar continuamente dentro de la comunidad MOBIUS CONNECT, compartiendo sus conocimientos en la transmisión en vivo, facilitando conversaciones para los usuarios y participando en conversaciones en foros.

Puede crear su perfil y unirse a la comunidad en:

<https://mobiusconnect.com>

Uso de un Sistema Difuso (FL) para el manejo de fallas basado en Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

Arquímedes Ferrera
E&M Solutions Group
arquimedes.ferrera@eymsolutions.com



Resumen

La utilización de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), representa una herramienta tecnológica que nos permite desarrollar estrategias de mantenimiento basadas en el principio básico del entendimiento de las funciones de los sistemas y equipos, lo que permite disponer de un plan optimizado adaptado al contexto operacional presente. Este trabajo propone el desarrollo de un sistema automatizado que permita detectar las fallas funcionales, analizar los modos de fallas y sus consecuencias, y generar las tareas que permitan proactivamente eliminar o atenuar las consecuencias de los mismos, utilizando como herramienta un Sistema Clasificador Difuso (SCD), el cual combina los aportes de la Lógica Difusa basados en aprendizaje automático de máquina (Machine Learning).

Introducción

Como para el aprendizaje automático el uso de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), los Sistemas Clasificadores Difusos (SCDs) y la Lógica Difusa como tal, permite que un sistema, por sí mismo – sin intervención humana y en forma automatizada –, aprenda a descubrir patrones de fallas, tendencias y relaciones en los datos, gracias al conocimiento obtenido durante el desarrollo de una análisis de RCM.

La realización de un modelo utilizando este conocimiento nos permite la identificación, clasificación y manejo de las fallas de plantas, sistemas y equipos conformado un control inteligente, que reconocerá de una manera sistemática:

- Utilizar la información obtenida de los análisis de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).
- Se elaborarán sistemas expertos y sistemas de control inteligente con los resultados del RCM.
- Se realizará una base de conocimiento (experiencia real), que contenga los modos de fallas, para el análisis, diagnósticos y acciones a tomar (en forma lógica), por los operadores, cuando se les presente alguna falla.
- Se podrá dar entrenamiento al personal nuevo sobre el sistema.

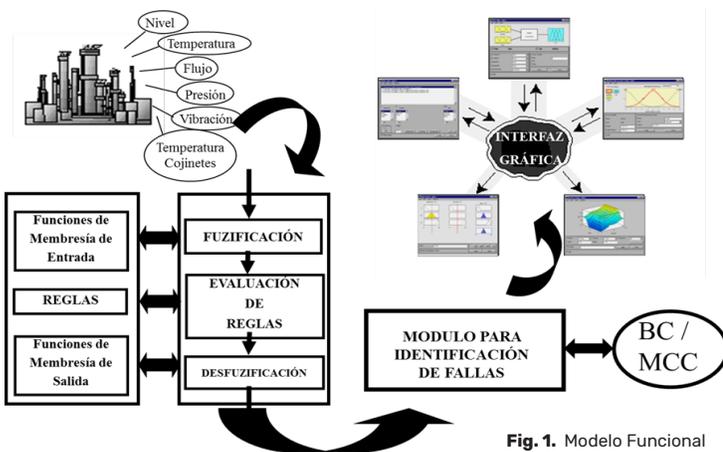


Fig. 1. Modelo Funcional

1.1 Lógica Difusa

El término difuso se refiere a cosas que no están claras o son vagas. En el mundo real, muchas veces nos encontramos con una situación en la que no podemos determinar si el estado es verdadero o falso, la lógica difusa proporciona una flexibilidad muy valiosa para el razonamiento. De esta manera, podemos considerar las imprecisiones e incertidumbres de cualquier situación.

En el sistema booleano, 1.0 representa el valor de verdad absoluto y 0.0 representa el valor falso absoluto. Pero en el sistema difuso, no hay lógica para la verdad absoluta y el valor falso absoluto. Pero en la lógica difusa, hay un valor intermedio demasiado presente que es parcialmente verdadero y parcialmente falso, como se muestra en la figura No. 2.

En la Lógica difusa los valores de verdad se consideran "Lingüísticos", ya que son de la forma: cierto, muy cierto, más o menos cierto, no muy cierto, no muy falso, casi falso, etc.; haciendo posible así que expresiones de la forma "más o menos alto", "bastante frío" o "no muy lleno" puedan ser formuladas matemáticamente y procesadas por una computadora para, mediante la aplicación de reglas y procesos de inferencia, poder obtener conclusiones y extraer conocimiento de manera similar a como lo hace la Lógica tradicional.

La lógica difusa surge entonces como una forma de extensión de la lógica binaria introduciendo el concepto de "verdad parcial" para representar el hecho de que una proposición puede tener diferentes grados de verdad, es decir, que no tiene que ser, por necesidad, totalmente falsa o totalmente verdadera.

Se caracteriza por su facilidad para adaptarse a casos particulares con pocas variaciones de parámetros, su habilidad para combinar en forma unificada expresiones lingüísticas con datos numéricos y el no requerir de algoritmos muy sofisticados para su implementación. Ejemplo un sujeto X mide 1,53m de altura, como se observa en la gráfica siguen (figura No. 2), el sujeto X es:

- Bajo con un grado de pertenencia de 0,7.
- Mediano con un grado de pertenencia de 0,3.

Las etapas de desarrollo de proyecto de lógica Difusa "fuzzy" se muestra a continuación:

Existen tres componentes básicos en un sistema de lógica difusa: el fusificador, la base de reglas, y el defusificador:

- La componente de fusificador. Este es el mecanismo de conversión de una entrada a valores difusos mediante la definición de conjuntos difusos y sus funciones de pertenencia. A este procedimiento se le denomina fusificación.
- La base de reglas. Aquí deberá extenderse la discusión para explicar cómo se evalúan las reglas en el sistema de lógica difusa.
- Finalmente, el defusificador, es el mecanismo empleado para convertir los valores difusos de la salida a un valor tajante utilizable por la aplicación.

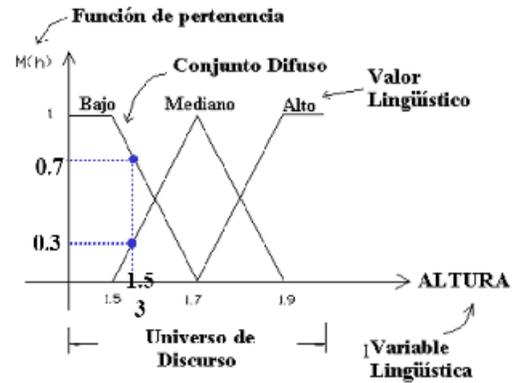


Fig. 3. Lógica Booleana Vs Lógica Difusa

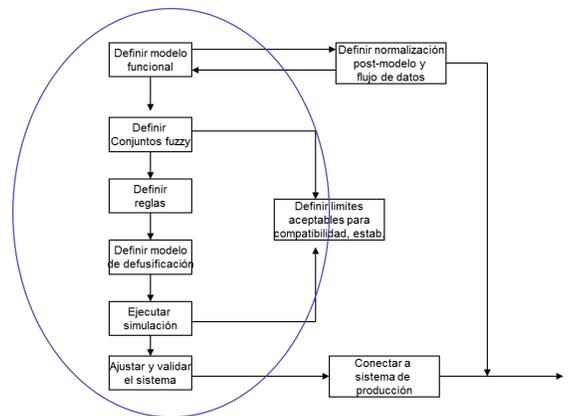


Fig. 4.

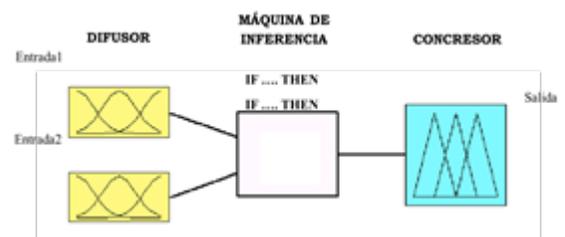


Fig. 5.

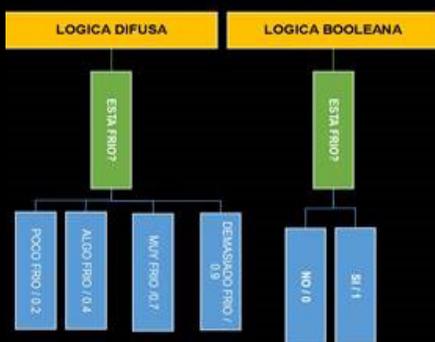


Fig. 2. Lógica Booleana Vs Lógica Difusa

Abreviaturas:

RCM: Mantenimiento Centrado de Confiabilidad

SCD: Sistemas Clasificadores Difusos

FL: Sistema Difuso

1.2 El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

El RCM es una metodología que permite determinar cuáles son las tareas del mantenimiento más óptimas para un sistema o equipo además de determinar dónde aplicarlas, y cuándo aplicarlas, con el fin de mantener la confiabilidad requerida. Se define la Confiabilidad como la probabilidad de que un dispositivo ejecute satisfactoriamente una función específica por un período de tiempo, bajo condiciones de operación dadas.

El principio básico del RCM obliga a entender las funciones del sistema. Luego, hay que saber cómo esas funciones pueden perderse a través de la definición de fallas funcionales. Además, hay que asegurarse tener un conocimiento exhaustivo del modo de falla de los equipos. Los cuatro objetivos básicos del RCM son:

1. Preservar las funciones del sistema.
2. Identificar las fallas funcionales.
3. Priorizar la importancia de los modos de falla.
4. Seleccionar las estrategias y/o tareas de mantenimiento específicas.

Estos cuatro objetivos conforman una pirámide (Figura No. 6), cuya base son los diferentes tipos de tareas mantenimiento a aplicarse con el fin de mantener las funciones del sistema, las cuales pueden ser:



Fig. 6. La Pirámide del RCM.

2. Sistema Difuso para el Manejo de Fallas Basado en el RCM

El manejo de fallas apoyado en el análisis de RCM se basa en el diseño del conjunto de reglas genéricas de control que permiten realizar las estrategias u operaciones de mantenimiento extraídas de esta metodología utilizando conjuntos difusos basadas en dichas reglas.

La figura No. 8, muestra la operación del sistema el cual recibe varias entradas numéricas y entrega varias salidas numéricas. El bloque Difusor se encarga de convertir las entradas en conjuntos difusos, que son entregados al bloque Máquina de Inferencia; este bloque, apoyado en un conjunto de reglas de la forma IF...THEN... almacenadas en la Base de Reglas, produce varios conjuntos difusos para que el bloque Concesor los tome y los convierta en salidas numéricas concretas.

La metodología para el desarrollo de este sistema es el siguiente:

1. Definición de las Fallas Funcionales y Base de Conocimiento
2. Variable Difusas y Conjuntos Difusos
3. Reglas de Control
4. Algoritmo de Decisión

Es por esto que una Análisis de RCM permite la adquisición de conocimiento al analizar todas las Funciones, fallas funcionales, modos de fallas y sus efectos de los sistemas y/o equipos en estudios:

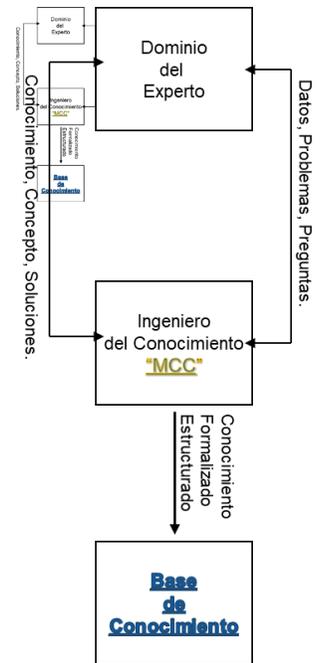


Fig. 7. Proceso de adquisición del conocimiento..

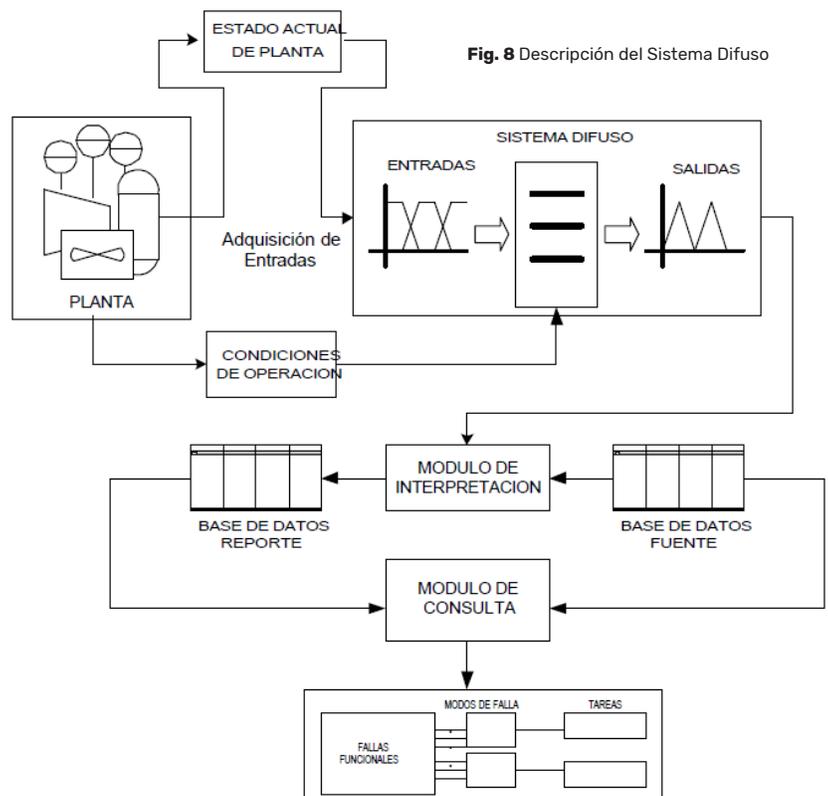


Fig. 8 Descripción del Sistema Difuso

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.
5. Nivel.
6. Alarmas debidas a diversas condiciones del Proceso.
7. Estado de señales de arranque y posición de válvulas, etc.

Ejemplo de un conjunto difuso para una variable lingüísticas se presentan en la forma ilustrada en la figura 11.

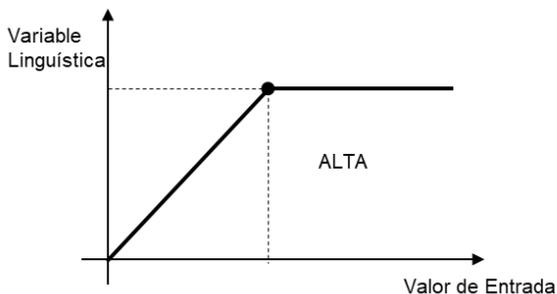


Fig. 10 Conjunto difuso

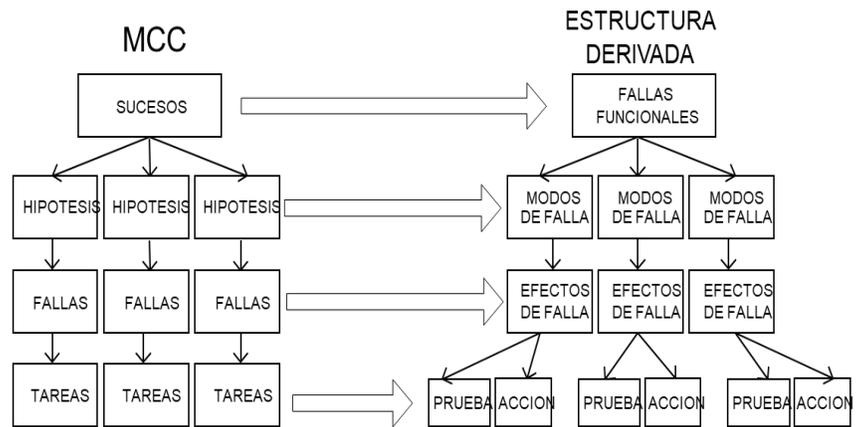


Fig. 9 Adaptación (RCM - BASE DE CONOCIMIENTO)

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> OpLog<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 específica, luego esta variable de salida al pasar por el proceso de defuzificación tomará un valor que de acuerdo su magnitud tendrá asociada un grupo de posibles fallas. La figura 10, ilustra un ejemplo representativo del proceso de defuzificación llevado a cabo para una regla dada, cuyos valores lingüísticos de entrada estén representados por funciones trapezoidales como las empleadas por el sistema y cuyos valores lingüísticos de salida estén representados por funciones triangulares, en esta figura se observa cómo se activa la salida ante la presencia de una entrada perteneciente al rango de valores cuyos grados de pertenencia sean máximos (la unidad).

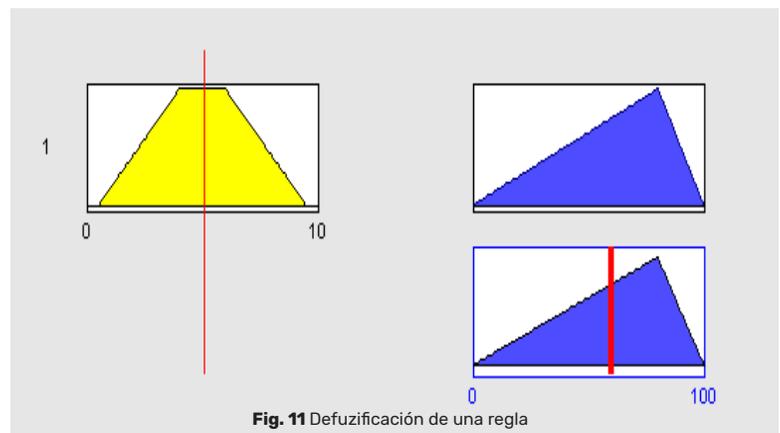


Fig. 11 Defuzificación de una regla

2.4 Algoritmo de Decisión

En el sistema difuso existe un bloque relacionado con el proceso, el cual representa el punto de partida y el objeto estudiado como tal, de ella dependen las opciones presentadas por el sistema conocidas como: Condiciones del proceso (Condiciones de operación en la figura) y Valores del proceso (Estado actual del proceso), estas dos opciones como ya se mencionó se emplean para la Creación del Sistema Difuso y para la adquisición de las entradas que luego serán fuzificadas. Una vez cumplidas las dos opciones anteriores entonces el bloque denominado Sistema Difuso se encargará de evaluar las entradas para obtener las salidas que serán interpretadas por el Módulo interpretador el cual interactuará con las bases de datos correspondientes para la adquisición y generación de información que luego será manipulada por el bloque de consulta a través del cual se llegará a las fallas presentes para identificar los modos de fallas respectivos y así entonces llegar a la tarea de mantenimiento recomendada.

Básicamente el programa sigue un algoritmo simple que se ilustra en la figura 12, para llegar a la tarea de mantenimiento, por supuesto que el desempeño de este algoritmo se logra con ayuda del conocimiento adquirido.

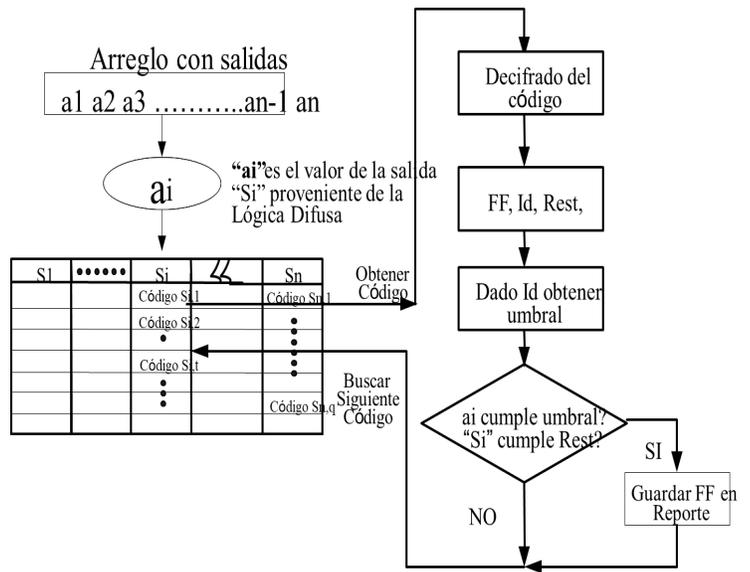


Fig. 12 Algoritmo de Decisión

3. Conclusiones

El uso de las herramientas ofrecidas por la inteligencia artificial representa una alternativa efectiva para la automatización industrial. El sistema difuso propuesto, puede ser parte de un todo, en un esquema de automatización de la Gerencia de Mantenimiento debido:

- Disponibilidad de un conjunto de reglas de control que permiten relacionar gran número de variables manteniendo un nivel de comprensión lingüístico accesible y comprensible por parte de cualquier usuario haciendo posible la participación del mismo en la modificación y mejoramiento de la base de reglas.
- Presencia de algoritmos sencillos que aprovechan la característica de la lógica multivaluada para simplificar el proceso de selección de tareas, permitiendo la inclusión de algoritmos basados en el razonamiento lógico convencional.
- Interacción con el usuario, al ser este último factor importante en el proceso de selección de los resultados definitivos.
- Como parte de la mejora de este sistema se puede implementar en conjunto con Algoritmos Genéticos, con el fin de poder optimizar las reglas y adicionalmente, permitir que el sistema aprenda y genere sus propias reglas en el transcurso de su funcionamiento.

Referencias

1. Cerrada L., Mariela, Diseño de un Sistema Clasificador Difuso, Informe Técnico, Postgrado en Ingeniería de Control, Universidad de Los Andes, 1997.
2. Alberto Delgado, Inteligencia Artificial y Minirobots, ecoe ediciones, 1998.
3. Francisco Morant Anglada, Félix García Padilla, José Simó Ten, Curso: Sistemas de Control Inteligente, Universidad de Oriente, 1993.
4. Miguel Cerrolaza, William Annicchirico, Algoritmos de optimización estructural basados en simulación genética, Universidad Central de Venezuela, 1996.
5. Stuart Russell, Peter Norvig, Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno, Prentice Hall, 1996.
6. Smith, Anthony M., Reliability-Centered Maintenance, McGraw-Hill., 1993.
7. Moubrey, John, Reliability-Centered Maintenance, Industrial Press.
8. Gonzalez, Carlos, Lógica Difusa, Una Introducción Práctica.



LOURIVAL
TAVARES
**CAPACITACIÓN
EN LÍNEA**

A large graphic of a video player interface. The text 'PREDICTIVA R1' is written in a large, white, stylized font across the center. The 'R1' is in a blue, handwritten style. Below the text are video control icons: a play button, a progress bar, and volume and settings icons. The background is dark and slightly blurred.



02 NOV - 07 NOV
Mantenimiento Productivo Total

¿VARIOS TIPOS DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)?



Autor

**John Mitchell Moubray IV,
(1949-2004)**



Traducción y adaptación

**Carlos Mario Pérez
Jaramillo**

INTRODUCCIÓN

Es ampliamente aceptado que viajar hoy en avión es la forma más segura para transportarse. Al final de los años 50 la aviación comercial mundial estaba sufriendo más de 60 accidentes por millón de despegues. Si actualmente se estuviera presentando la misma tasa de accidentalidad, ocurrirían dos accidentes aéreos diariamente en algún lugar del mundo. Dos tercios de los accidentes al final de los años 50 eran causados por fallas en los equipos.

Esta alta tasa de accidentalidad y el auge de los viajes aéreos significaba que la industria

tenía que empezar a hacer algo para mejorar la confiabilidad. El hecho de que una tasa tan alta de accidentes fuera causada por fallas en los activos significaba que, al menos inicialmente, el principal enfoque tenía que apuntar a la confiabilidad de los mismos.

En esos días, “mantenimiento” significaba intervenciones periódicas. Todos esperaban que los motores y otros elementos importantes se gastaran después de cierto tiempo. Esto condujo a creer que las tareas periódicas mantendrían en buen estado los elementos antes de que se gastaran y así prevendrían fallas.

Cuando la idea parecía no estar funcionando, cada uno asumía que estaba realizando muy tardíamente las intervenciones: después de iniciado el desgaste. Naturalmente, el esfuerzo inicial era acortar el tiempo entre reparaciones. Cuando ejecutaban las reparaciones los directores e ingenieros de mantenimiento de las aerolíneas encontraban que en la mayoría de los casos la ocurrencia de fallas no se reducía y, por el contrario, se incrementaba.

NACE RCM

RCM fue uno de los procesos desarrollados durante 1960 y 1970, con la finalidad de ayudar a las organizaciones a determinar las políticas para mejorar el desempeño de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas

El Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés) es usado para determinar qué debe ser hecho para asegurar que cualquier activo físico o sistema continúe entregando el servicio que sus usuarios desean que preste. Este proceso encuentra sus raíces en la industria de la aviación comercial internacional. Impulsada por la necesidad de optimizar la confiabilidad, esta industria desarrolló un proceso detallado para decidir qué mantenimiento era necesario ejecutar para mantener una aeronave volando. Este proceso evolucionó permanentemente desde sus inicios en 1960.

Muy pronto fue evidente que no existía otra técnica comparable a RCM para identificar qué se debe hacer para preservar las funciones de los activos físicos. Como resultado, este proceso ha sido usado por miles de organizaciones que se extienden a casi todos los campos importantes del trabajo humano organizado. RCM se convirtió en una herramienta para la gestión de los activos físicos.

Su creciente popularidad ha conducido al desarrollo de numerosos derivados. Algunos de éstos son refinamientos y optimizaciones hechos al proceso original. Sin embargo, también han surgido enfoques menos rigurosos, la mayoría de los cuales son propuestas para “abreviar” el proceso básico de formulación de una estrategia de mantenimiento.

RCM fue originalmente diseñado por Stanley Nowlan y Howard Heap, empleados de United Airlines, y documentado en su libro *Reliability Centered Maintenance*. Esta obra fue la culminación de 20 años de investigación y experimentación con la aviación comercial de los Estados Unidos; un proceso que produjo inicialmente un documento presentado en 1968, llamado *Guía MSG-1: Manual. Evaluación del mantenimiento y desarrollo del programa*; y el documento presentado en 1970: *MSG-2. Planeación de programas de mantenimiento para fabricantes-aerolíneas*; ambos documentos fueron patrocinados por la ATA (Air Transport Association of America: Asociación de Transportadores Aéreos de los EE. UU.).

En 1980 la ATA produjo el *MSG-3: Documento para la planeación de programas de mantenimiento para fabricantes-aerolíneas*, influenciado por el libro de Nowlan y Heap (1978). El *MSG-3* ha sido revisado once veces, la primera vez en 1988 y la última en 2015. Hasta el presente es usado para desarrollar planes de mantenimiento para la aviación comercial

El Departamento de Defensa identificó que la aviación comercial había encontrado un enfoque revolucionario para definir estrategias de mantenimiento y buscó beneficiarse de esta experiencia y publicó el libro de Nowlan y Heap (a quienes habían encargado de buscar maneras para hacer menos costosos sus planes de mantenimiento). Así, las fuerzas armadas americanas se propusieron desarrollar procesos RCM para su propio uso: en el ejército, la fuerza aérea, y para la armada. La última desarrolló dos procesos porque los responsables de buques y aviación insistieron en que un proceso RCM que funcionaba en uno no serviría para el otro. Los contratistas y los vendedores aprendieron a usar estos procesos cuando vendían activos nuevos.

En un esfuerzo separado, a principios de 1980, el Instituto para la Investigación de la Energía Eléctrica (EPRI por sus siglas en inglés), un grupo de investigación industrial para organizaciones generadoras de energía en Estados Unidos, realizó dos aplicaciones piloto del RCM en la industria de la energía nuclear americana.

Su interés surgió de la creencia de que esta industria estaba logrando niveles adecuados de seguridad y confiabilidad, pero en realidad se hacía sobremantenimiento masivo a sus activos. Esto significaba que su principal propósito era reducir costos de mantenimiento y no mejorar la confiabilidad, y el proceso RCM fue modificado.

Modificaron tanto el proceso RCM que su parecido es poco con el original de Nowlan y Heap, y debió ser renombrado como *Optimización del mantenimiento planeado* o *PMO* –por sus siglas en inglés– más que como RCM. Este proceso modificado fue adoptado por una amplia base de organizaciones de la industria de la energía nuclear americana en 1987, y se implementaron variaciones en su enfoque en otras organizaciones nucleares, en algunas ramas de la generación eléctrica, la distribución, la industria y en sectores como la provisión de repuestos para la industria petrolera.

Al mismo tiempo, otros especialistas en la formulación de estrategias se interesaron en la aplicación de RCM en industrias diferentes a la aviación. El principal fue John Moubray y sus asociados. Este grupo trabajó inicialmente con RCM en industrias mineras y de manufactura en Sudáfrica, bajo la asesoría de Stan Nowlan, y luego se ubicaron en el Reino Unido. Desde allí sus actividades se han expandido para cubrir la aplicación de RCM en casi todos los sectores industriales, actualmente abarcando más de 80 países.

Moubray y sus asociados se han fundamentado en el trabajo de Nowlan, mientras mantienen su enfoque original en la seguridad y confiabilidad del activo. Por ejemplo, incorporaron temas ambientales al proceso de toma de decisiones en materia de RCM; establecieron categorías en las cuales las funciones del equipo deberían ser definidas; desarrollaron reglas más precisas para seleccionar tareas de mantenimiento e intervalos para su ejecución, y también incorporaron directamente criterios de riesgo cuantitativo para definir la frecuencia de las tareas de búsqueda de fallas. Su versión mejorada del RCM se conoce actualmente como el *RCM2*.

UNA NORMA

Desde inicios de 1990 muchas organizaciones han desarrollado versiones del proceso RCM: El Comando Aéreo Naval de Estados Unidos definió una guía para el “Proceso de mantenimiento centrado en la seguridad para la aviación naval” (Navair 00-25-403) y la Armada Real Británica estableció sus Normas para la ingeniería naval orientadas a RCM” (NES 45), instituciones que han permanecido leales al proceso expuesto originalmente por Nowlan y Heap.

Sin embargo, nuevos procesos han emergido y han sido llamados RCM por sus proponentes, pero tienen poco o ningún parecido con el proceso original desarrollado por Nowlan y Heap, que fue meticulosamente investigado, es altamente estructurado y ha sido completamente probado.

Cuando la armada americana solicitó a los proveedores de equipos usar RCM en la construcción de nuevas naves, una compañía americana ofreció un proceso cercanamente relacionado al MSG-2 de 1970. La compañía defendió su selección anotando que su proceso usó un diagrama de decisión lógica. Debido a que RCM también los usa, la compañía argumentó que su proceso era RCM.

La armada no dio respuesta a dicho argumento porque en 1994 William Perry, Secretario de Defensa de Estados Unidos, estableció una nueva política sobre el uso de estándares y especificaciones para el ejército.

La nueva política establecía que las fuerzas armadas no requerirían que los vendedores industriales usaran más “estándares” o procesos “específicos” de orden militar, y permitirían a los vendedores usar cualquier proceso que suministrara activos que les satisficieran.

Esto coincidió con el repentino interés en el mundo sobre el tema. Durante los 90 las revistas y conferencias dedicadas al mantenimiento de activos se multiplicaron y los artículos y documentos acerca de RCM se hicieron más numerosos. Estos documentos describían procesos muy diferentes y, no obstante, se les estaba dando el mismo nombre RCM; por tanto, el ejército y la industria comercial vieron la necesidad de acuñar la frase “Proceso RCM”.

En 1994, Perry escribió: “Yo animo a los miembros del Departamento de Defensa (Adquisiciones y Tecnología) a formar sociedad con asocia-

ciones industriales para desarrollar estándares no gubernamentales y reemplazar los estándares militares donde sea práctico”. La Junta de Normas Técnicas de la SAE tuvo una larga y cercana relación con la comunidad de normas de las Fuerzas Armadas, y por varios años ha colaborado en el desarrollo de estándares comerciales para reemplazar los de carácter militar, cuando ha sido necesario y cuando no ha existido ninguno previamente.

Los procesos que declaran ser RCM, pero que de hecho no son parecidos a su significado real, se ubican en dos categorías:

- Procesos RCM eficientes, que omiten pasos significativos o hacen uso excesivo e inadecuado de patrones o referencias como vías rápidas.
- Otros que usan el término RCM, pero no tienen relación con el proceso como lo entiende el enfoque inicial de la metodología.

Estas versiones son todas inadecuadas y la mayoría de ellas peligrosas. Fue por ello que en un intento por hacer algo al respecto, al final de la década de los años 90, un comité de la American Society of Automotive Engineers, SAE, trabajó para desarrollar una norma RCM. El principal objetivo era evitar que vendedores de procesos, que no cumplían con la norma, aunque la llamaran RCM, usasen el proceso sin control.

La SAE invitó formalmente un grupo de representantes de la aviación, la armada y de comunidades áreas, para que le ayudaran a desarrollar una norma aplicada a programas de mantenimiento. A fines de 1997, a este grupo se unió un número considerable de importantes representantes de RCM, provenientes de la industria comercial.

La norma aprobada por SAE no representa un proceso RCM estándar (SAE JA 1011). Su título es Criterios de evaluación para procesos de Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Esta norma presenta criterios contra los cuales se pueden comparar diferentes procesos. Si el proceso satisface los criterios, el usuario puede tranquilamente llamarlo proceso RCM. Si los criterios no satisfacen, debería llamarse de otro modo.

No necesariamente significa que los procesos que no cumplen con la norma SAE RCM no sean procesos válidos para la formulación de estrate-

gias de mantenimiento; simplemente significa que el término RCM no debería ser aplicado a tales procesos.

Obviamente, habrá numerosas fuerzas trabajando contra la aceptación universal de la norma; unas, porque sienten que amenaza a vendedores de procesos RCM que incumplen la norma y, otras, representadas por personas que han estado aplicando tales procesos. El qué tan eficaces sean es incierto; muchas intentan declarar que versiones de RCM usadas ampliamente, pero no complacientes (tales como MSG-3 o la versión de Mac Smith), son de hecho la verdadera realidad, y afirmarán que la norma SAE es errónea.

Dos manifestaciones de la controversia son:

Argumentan que los términos Mantenimiento centrado en confiabilidad y RCM no aparecen en ninguna parte del documento MSG-3; por tanto, sugieren que éste ni siquiera manifiesta ser RCM. No obstante, la mayoría de personas del comité que escribió la norma eran representantes del Comando Naval Aéreo de Estados Unidos (Navair). Esto viene al caso porque el reporte de Nowlan y Heap fue originalmente requerido por el Departamento de Defensa, especialmente por Navair. Desde que el reporte de Nowlan y Heap fue publicado, agentes de Navair han usado RCM rigurosamente, en forma extensiva y razonable; así que no sólo tienen un muy buen conocimiento de él, sino que ellos son una de las principales razones por las cuales se inventó este término, en primera instancia. Como resultado, están en una posición más sólida que la mayoría para responder qué es y qué no es RCM.

Intentan hacer creer que la norma puede ser recibida con escepticismo por parte de personas que trabajan en otros sectores de la industria, que piensan que la SAE sólo atañe a automóviles, y sugerir que la norma está dirigida sólo a estas aplicaciones y tiene poco o ningún uso en petroquímicas o empresas de energía. Si bien la norma contó con gran apoyo de Navair, también tuvo gran acogida en la industria del acero (Ron Thomas de Dofasco), la industria química (Dick Pettigrew de Rhom y Haas), y en el Comando Naval Aéreo (representado por Dana Netherton).

El siguiente párrafo cita la sección 5 de la norma, la cual resume los atributos principales de cualquier proceso RCM; y pretende asegurar que se respondan satisfactoriamente las siguientes siete preguntas, y en la misma secuencia:

El siguiente párrafo cita la sección 5 de la norma, la cual resume los atributos principales de cualquier proceso RCM; y pretende asegurar que se respondan satisfactoriamente las siguientes siete preguntas, y en la misma secuencia:

¿Cuáles son las funciones y los parámetros esperados de funcionamiento del activo en su actual contexto operacional (funciones)?

¿Cómo puede dejar de cumplir sus funciones (fallas funcionales)?

¿Qué ocasiona cada falla funcional (modos de falla)?

¿Qué sucede cuando ocurre cada falla (efectos de la falla)?

¿En qué forma es importante cada falla (consecuencias de la falla)?

¿Qué debe hacerse para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas e intervalos de labores)?

¿Qué debe hacerse si una tarea proactiva adecuada no puede ser encontrada (acciones por “a falta”)?

Para dar una respuesta satisfactoria a cada una de las anteriores preguntas, la información debe ser obtenida, y las decisiones deben ser tomadas. Estas deben ser documentadas en forma tal que estén disponibles y aceptables para el propietario o usuario del activo.

Las otras secciones de la norma listan temas que cualquier proceso RCM debe aplicar con la finalidad de responder satisfactoriamente cada una de las preguntas mencionadas. Sin embargo, las palabras claves de la sección 5 de la norma están en la primera frase. Son: “cualquiera”, “todas” y “en la secuencia mostrada

a continuación”. Ellas quieren decir que si algún proceso no responde todas las preguntas en la secuencia mostrada (y si no las responde satisfactoriamente en cumplimiento del resto de la norma), ese proceso no es RCM.

Durante los años de experiencia en los que los autores han participado en procesos de capacitación y asesoría en RCM a organizaciones de diferentes sectores económicos, han encontrado, de manera desafortunada, que las aplicaciones no rigurosas conducen a resultados con poco apego metodológico, algunos de los hallazgos más comunes son:

- Análisis de RCM sin contexto operacional.
- Incorrecta definición de funciones.
- Funciones de protección y de lazos de control incompletas.
- Análisis incompleto de los modos de falla de cada falla funcional.
- Análisis de criticidad realizado a los modos de falla.
- Descripción incompleta de los efectos.
- Definición de tareas sin validar adecuadamente si son técnicamente factibles y merecen la pena.
- Definición de las frecuencias de las tareas sin criterio.
- Estimación de la duración de los análisis de manera arbitraria, sin considerar los sistemas del activo.

Encontrarse con por lo menos una de estas situaciones afecta la aplicación de la metodología como ha sido definida y desarrollada, y así los resultados de su implementación.

PROCESOS ABREVIADOS

Si RCM es aplicado correctamente por personas bien capacitadas, trabajando en proyectos claramente definidos y administrados adecuadamente, los análisis son usualmente pagados por sí mismos entre semanas y meses; en realidad, es un rápido retorno. Aun así algunas personas y organizaciones han invertido mucha energía en propuestas para reducir el tiempo y los recursos requeridos para aplicar el proceso RCM. Estas propuestas son conocidas como Técnicas abreviadas de RCM.

En este documento se destacan las principales características de los enfoques publicados como técnicas abreviadas del proceso. En todos los casos, sus proponentes manifiestan que su principal ventaja es que logran resultados similares a algo que ellos llaman RCM “clásico”, pero lo hacen en mucho menos tiempo y a un costo mucho más bajo. Sin embargo, no sólo es cuestionable esta aseveración, sino que las técnicas abreviadas tienen otras desventajas, algunas muy serias. Desventajas que son presentadas en los párrafos siguientes:

Enfoques en “Reversa” o retroactivos

El método más popular para “abreviar” RCM inicia con las tareas actuales de mantenimiento. Sus usuarios tratan de identificar la causa falla que cada tarea está dispuesta a prevenir, y desarrollan en adelante los últimos tres pasos del proceso de decisión de RCM, para reexaminar las consecuencias de cada falla e identificar un plan de manejo más efectivo. Este enfoque también se conoce como RCM de “adaptación invertida” o “en reversa”.

Los enfoques retroactivos son muy llamativos. Sin embargo, en realidad, están dentro de las tecnologías más peligrosas, por las siguientes razones:

- Asumen que los planes de mantenimiento actuales cubren casi todas las causas de falla que razonablemente requieren algún tipo de mantenimiento preventivo. Si RCM es aplicado correctamente, revela que la mayoría de causas de falla que realmente requieren mantenimiento preventivo no están cubiertos por las actuales tareas de mantenimiento. Como resultado, un considerable número de tareas tienen que ser adicionadas. La mayoría de estas tienen que ver con dispositivos de protección. Otras son eliminadas por identificarse que son innecesarias, o el tipo de tarea es cambiada, lo mismo que la frecuencia. El efecto neto es una reducción en las cargas de mantenimiento preventivo, percibidas comúnmente entre 40% y 50%.
- Al aplicar RCM retroactivo, con frecuencia es difícil identificar con precisión cuál falla motivó la selección de una tarea particular, es tan complejo que requiere dedicar mucho tiempo a tratar de establecer la conexión real, o a desechar suposiciones que son frecuentemente erróneas. Estos dos problemas hacen de este enfoque una base extremadamente frágil para construir sobre ella un plan de mantenimiento.
- Para reevaluar las consecuencias de cada causa de falla es necesario preguntarse si “la pérdida de función es causada por un modo de falla evidente para el equipo de operación, bajo circunstancias normales”. Esta pregunta sólo puede ser respondida estableciendo qué función se pierde realmente cuando la falla ocurre. Esto significa que las personas que están involucradas en el análisis tienen que iniciar identificando funciones, pero bajo este enfoque tratan de hacerlo sobre bases provisionales a mitad de camino.
- Los enfoques retroactivos son especialmente débiles en especificar el mantenimiento apropiado para dispositivos de protección; muchos planes existentes garantizan que al menos un tercio de los dispositivos de protección reciban cualquier atención (usualmente a intervalos inadecuados). Estos planes dejan de lado otro tercio de estos dispositivos y no se les presta ninguna atención; además es usual encontrar que nadie sepa que existe el tercio final. Esta falta de conciencia y atención significa que la mayoría de dispositivos de protección son mantenidos en forma deficiente o ningún mantenimiento es realizado en ellos. De manera que si alguien usa un enfoque retroactivo RCM, en la mayoría de los casos un gran número de dispositivos de protección continuará sin recibir atención en el futuro, porque en el pasado no fueron definidas tareas para ellos.
- Los enfoques retroactivos se centran más en reducir la carga de trabajo que en mejorar el desempeño de la organización (objetivo principal de RCM, orientado a la función), así los retornos generados por el uso de RCM como herramienta para reducir costos de mantenimiento, son usualmente más bajos que los retornos generados para mejorar la confiabilidad. El uso de un enfoque ostensiblemente más económico se convierte en estos términos en lo contrario, debido a que virtualmente ofrece retornos mucho menores que el verdadero RCM.

USO DE ANÁLISIS GENÉRICOS

Una vía rápida en la aplicación de RCM es recurrir a un análisis realizado a un sistema o activo idéntico desde el punto de vista técnico, sobre la base de que es más barato comprar un análisis realizado por un tercero que realizar el análisis particular, propio.

Los siguientes argumentos explican por qué los análisis genéricos deben ser tratados con precaución:

Contexto operacional: en realidad, sistemas o activos técnicamente idénticos requieren planes de mantenimiento completamente diferentes si el contexto operacional es diferente. Varios factores afectan este contexto y, por tanto, inciden en los planes de mantenimiento que podrían ser aplicados a sistemas técnicamente idénticos: debe analizarse si el activo es parte de un pico de carga u operación, las fluctuaciones en la demanda del mercado y/o suministro de materia prima, la disponibilidad de repuestos, calidad y otros niveles de rendimiento que apliquen al activo, las capacidades de los operadores, del personal de mantenimiento y las redundancias, entre otros.

Tareas de mantenimiento: personas que trabajan en un mismo activo podrían preferir un tipo de tecnología proactiva, mientras un grupo que trabaja en otro activo idéntico puede estar más cómodo usando una tecnología diferente. Esta diferencia no importa mientras las técnicas seleccionadas sean efectivas. Hay mucho que ganar al asegurar que las personas que realizan el trabajo estén cómodas con lo que hacen, que con forzar a cada persona a hacer lo mismo. Ya que los análisis genéricos incorporan un enfoque tipo “talla única” para las tareas de mantenimiento, no satisfacen las exigencias de estas diferencias y, por lo tanto, tienen una oportunidad reducida de aceptación por parte de las personas que tienen que ejecutarlas.

Estos dos puntos significan que se debe ser muy cuidadoso al asegurar que el contexto operacional, las funciones y los parámetros esperados de funcionamiento, las causas de fallas, las consecuencias de las fallas y las capacidades de los operadores y personas encargadas del mantenimiento, sean todas efectivamente idénticas antes de aplicar un plan de mantenimiento diseñado para un activo o para otro. Ello también significa que un análisis RCM realizado en un sistema, nunca debería ser aplicado a otro con la consideración de que los dos sistemas son técnicamente idénticos.

USO DE LISTAS GENÉRICAS DE CAUSAS DE FALLAS (AMFE)

Las listas genéricas de causas de fallas son listas preparadas algunas veces por terceros, que pretenden cubrir sistemas enteros, pero la mayoría de las veces cubren diferentes grupos o elementos. Estas listas genéricas son presentadas como otro método de abreviar esta parte del proceso en el desarrollo de un plan de mantenimiento. De hecho, deberían ser enfocadas con gran precaución por todas las razones discutidas en la sección previa de este artículo, y por las siguientes razones adicionales:

El nivel de análisis puede ser inapropiado: es posible indagar en cualquier número de niveles cuando se busca identificar causas de falla. El punto en el cual este proceso debería detenerse permite identificar un plan adecuado para el manejo de fallas, y esto puede variar enormemente dependiendo una vez más del contexto operacional del sistema. En otras palabras, al establecer causas de fallas para activos técnicamente idénticos puede ser apropiado, en un contexto, preguntar “por qué” falla una vez puede ser suficiente, y en otro puede ser necesario preguntar “por qué” falla siete u ocho veces. Sin embargo, si se usa una lista genérica, esta decisión habrá sido tomada previamente por los análisis RCM. Así, las causas de falla en una lista genérica pueden haber sido identificadas como resultado de preguntar “por qué” cuatro o cinco veces, cuando sólo era necesario el nivel 1. Significa que lejos de abreviar el proceso la lista genérica condenaría al grupo a analizar más causas de falla que las necesarios.

Estrictamente, la lista genérica puede ser enfocada en los niveles 3 ó 4 en situación en que algunas de las causas de falla realmente deberían ser analizadas al nivel 5 ó 6. Así resultaría un análisis demasiado superficial y posiblemente peligroso.

El contexto operacional puede ser diferente: el contexto operacional de un activo puede tener características que lo hacen susceptible a causas de falla que no aparecen en la lista genérica. Recíprocamente, algunos de los modos en la lista genérica podrían ser muy improbables o imposibles en un contexto dado.

Los parámetros de funcionamiento pueden diferir: el activo puede operar bajo parámetros de funcionamiento diferentes; lo que significa que la forma de definir sus fallas puede ser completamente diferente de la usada para desarrollar la lista genérica de causas de fallas.

ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES O FALLAS «CRÍTICAS»

La norma SAE estipula que un verdadero análisis RCM debería definir todas las funciones, y que las causas de falla que podrían ocurrir deberían estar sujetas a la evaluación formal de sus consecuencias y a los pasos de selección de tareas. Las vías rápidas incorporadas en algunos procesos de RCM abreviados tratan de analizar sólo funciones “críticas”, o prefieren evaluar sólo causas de falla “críticas”, a efectuar análisis detallados. Estos enfoques tienen dos defectos:

El proceso de descartar funciones y/o causas de falla por ser “no críticas” necesariamente autoriza eludir o ignorar lo que un análisis detallado podría revelar. Tales suposiciones son erróneas. Sorprende la frecuencia con que algunas funciones aparentemente inocuas y sus causas de falla son responsables de incorporar elementos altamente críticos en términos de seguridad y/o integridad ambiental. Como resultado, la práctica de descartar prematuramente funciones o causas de falla produce análisis mucho más riesgosos, pero debido al análisis incompleto, nadie sabe dónde o cuáles son los riesgos.

Muchos de los procesos abreviados que adoptan este enfoque aplican pasos adicionales diseñados para “ayudar” a identificar qué funciones y/o causas de falla son críticas o no. En la mayoría de los casos, aplicar estos pasos adicionales toma más tiempo y cuesta más que conducir un riguroso análisis de cada función y cada posible causa de falla, usando el verdadero concepto RCM, y el resultado será considerablemente menos sólido.

OMISIÓN DE ELEMENTOS DEL PROCESO

Otra forma común de abreviar el proceso RCM es omitir varios de sus elementos. El paso más omitido es la definición de funciones. Los proponentes de esta metodología inician listando causas de falla que podrían afectar cada tipo de activo, en vez de definir las funciones del activo específico a ser considerado. Lo hacen porque creen que identificar funciones no contribuye suficientemente al uso racional del tiempo, o porque simplemente parecen no ser conscientes de que identificar todas las funciones y los parámetros esperados de funcionamiento de los activos analizados es parte integral del proceso RCM.

Es aceptado por los concededores de la verdadera aplicación de RCM que, en términos de mejoras sobre el desempeño de la organización, los mayores beneficios se obtienen a partir de la definición de la función que se transforma en niveles de desempeño o en cómo el activo es requerido para funcionar. Por tanto, la omisión de este paso cuesta más, en términos de beneficios de utilización, que lo ahorrado al reducir el tiempo de análisis.

Desde el punto de vista puramente técnico, la identificación de funciones y el funcionamiento esperado hacen más fácil identificar las sorprendentes causas comunes (modos de falla) por las que el activo es incapaz de hacer lo que el usuario desea y, por tanto, falla rápido o muy frecuentemente.

ANÁLISIS SOLO DEL EQUIPO CRÍTICO

Un enfoque para la formulación de una estrategia de mantenimiento, frecuentemente presentado como una forma “abreviada” de RCM, sugiere que el proceso sólo debería ser aplicado al activo “crítico”. Este tema no cae en el ámbito de la norma SAE pues esta considera RCM como un proceso que puede ser aplicado a cualquier activo, y supone que las decisiones acerca de qué activo debe ser analizado y sus limitaciones han sido tomadas previamente antes de aplicar el proceso RCM, definido en la norma. Hubo dos razones por las cuales el proceso de selección del activo fue omitido de la norma:

Diferentes industrias usan criterios muy distintos para establecer qué es “crítico”.

Podría decirse mucho más a favor y en contra de usar análisis de criticidad de los activos como medios para decidir si realizar análisis rigurosos, usando técnicas como RCM. Sin embargo, ya que las técnicas de análisis de criticidad no son parte integral del proceso RCM, tal discusión está más allá del alcance de este artículo. Es suficiente decir que es incorrecto presentar tales técnicas como formas abreviadas del RCM, porque ellas no forman parte del proceso, tal como lo define la norma SAE.

COMENTARIOS SOBRE EL USO DE RCM

En casi todos los casos los proponentes de enfoques abreviados de RCM aseguran que estos pueden producir los mismos resultados que el verdadero RCM, en cerca de la mitad a un tercio del tiempo. Sin embargo, la discusión anterior indica que dichos enfoques no sólo no producen los mismos resultados que el verdadero RCM, sino que contienen defectos lógicos y de procedimiento, lo cual aumenta el riesgo hasta una extensión tal que confunden cualquier pequeña ventaja que pudieren ofrecer, y la toman como una aplicación de reducción de costos

También revela que muchas de estas técnicas abreviadas realmente toman más tiempo y cuestan más que el verdadero RCM; por tanto, aun esta pequeña ventaja se pierde. Como resultado, a nivel organizacional aplicar RCM abreviado es cuestionable.

La palabra “abreviado” sugiere que algo se está omitiendo; dejar cosas por fuera inevitablemente incrementa el riesgo. Específicamente, aumenta la posibilidad de una falla anticipada, que podría ocurrir ocasionando graves consecuencias. Si sucede lo peor, gerentes e ingenieros tendrán que dar explicaciones: por qué escogieron un proceso de toma de decisión no óptimo para establecer las estrategias para gestionar sus activos, en primer lugar, en vez de usar uno que cumpliera totalmente con una norma fijada por una organización de carácter internacional, especializada en establecer dichos esquemas.

Un argumento aparentemente avanzado para usar métodos abreviados es que es mejor hacer algo que no hacer nada. Sin embargo, este argumento carece de la condición de que los procesos analíticos descritos anteriormente, sean abreviados o no, requieren que sus usuarios documenten los análisis. Esto quiere decir que están sujetos a auditorías que muestren toda la información y las decisiones que subyacen en la estrategia de gestión de los activos, en la mayoría de los casos donde no han existido previamente.

Si un enfoque NO óptimo es usado para formular estas estrategias, la no existencia de registros escritos hace que cada vía rápida sea mucho más compleja para cada investigador.

Otro argumento para abreviar dice algo así: “Hemos estado usando este enfoque por unos cuantos años y no hemos tenido ningún accidente, entonces debe ser correcto. Esta es una completa equivocación al aplicar los principios básicos del riesgo.

Ninguna metodología puede eliminar completamente el riesgo. Sin embargo, la diferencia entre usar una metodología rigurosa y una menos rigurosa puede ser la diferencia entre la probabilidad de un evento catastrófico de uno en un millón contra uno en diez mil. En ambos casos el evento puede ocurrir el año venidero o puede no ocurrir por miles de años, pero en el segundo caso, es cien veces más probable. Si tal evento sucediera, el usuario del verdadero RCM sería capaz de aseverar y probar que aplicaron medidas de seguridad prácticas y responsables, mediante el desarrollo de un proceso riguroso que cumple con una norma reconocida internacionalmente, y como tal estaría en una posición altamente defendible. Bajo las mismas circunstancias, el usuario del RCM abreviado estaría en un campo muy vulnerable.

BIBLIOGRAFÍA

MOUBRAY, John. Reliability Centered Maintenance (RCM). Industrial Press. Second Edition, 1997.

AUTOR

John Mitchell Moubray IV, (1949-2004)

Ingeniero mecánico. Pasó sus primeros años de carrera desarrollando e implementando sistemas de gestión de mantenimiento, primero como ingeniero de planta y luego como consultor. A principios de los años 80, comenzó a focalizarse en las aplicaciones industriales del RCM, bajo la guía del ya fallecido F. Stanley Nowlan. Autor del libro RCM2 (hoy en su segunda edición ampliada y traducido a varios idiomas), en 1986 desarrolló Aladon LLC., una compañía de consultoría y entrenamiento en Lutterworth, Reino Unido. Fue hasta su inesperada y prematura muerte, en enero de 2004, director de Aladon LLC, que se especializa exclusivamente en el desarrollo de procesos de gestión, centrados en confiabilidad y su aplicación a activos físicos.

TRADUCCIÓN Y ADAPTACIÓN

Carlos Mario Pérez Jaramillo

Ingeniero mecánico. Especialista en sistemas de información. Especialista en gestión de activos y gerencia de proyectos. Master en gestión de proyectos, negocios y administración de activos físicos.

Profesional en RCM2™ de Aladon Network. Ha trabajado en la divulgación, capacitación, aplicación de RCM2 y modelos de gestión de mantenimiento y gestión de activos en empresas de Ecuador, Perú, España, Chile, Argentina, Cuba, México, Panamá, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Republica Dominicana y Colombia del sector de alimentos y bebidas, minero, petróleo, petroquímico, servicios públicos, transporte, energético, manufactura y automotriz.

Asesor y consultor e instructor en confiabilidad, planeación y programación de mantenimiento, costos, indicadores de gestión de mantenimiento, análisis del costo del ciclo de vida, evaluación de vida residual, análisis de fallas, identificación de fallas, gerencia de mantenimiento. Certificado como Endorsed assessor de The Institute of Asset Management.

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.

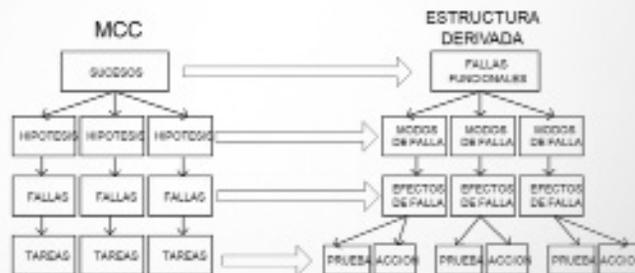


Fig. 9 Adaptación (RCM - BASE DE CONOCIMIENTO)

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>-<OpLog...>-<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.

PREDICTIVA21