

PREDICTIVA 21

Gestión estratégica de costos de mantenimiento

Aprendizaje Automático Supervisado:

Modelo Naive Bayes para clasificación de profesionales de Mantenimiento

La sensibilización de la seguridad en las operaciones

¿Cómo medir la Calidad de servicio?

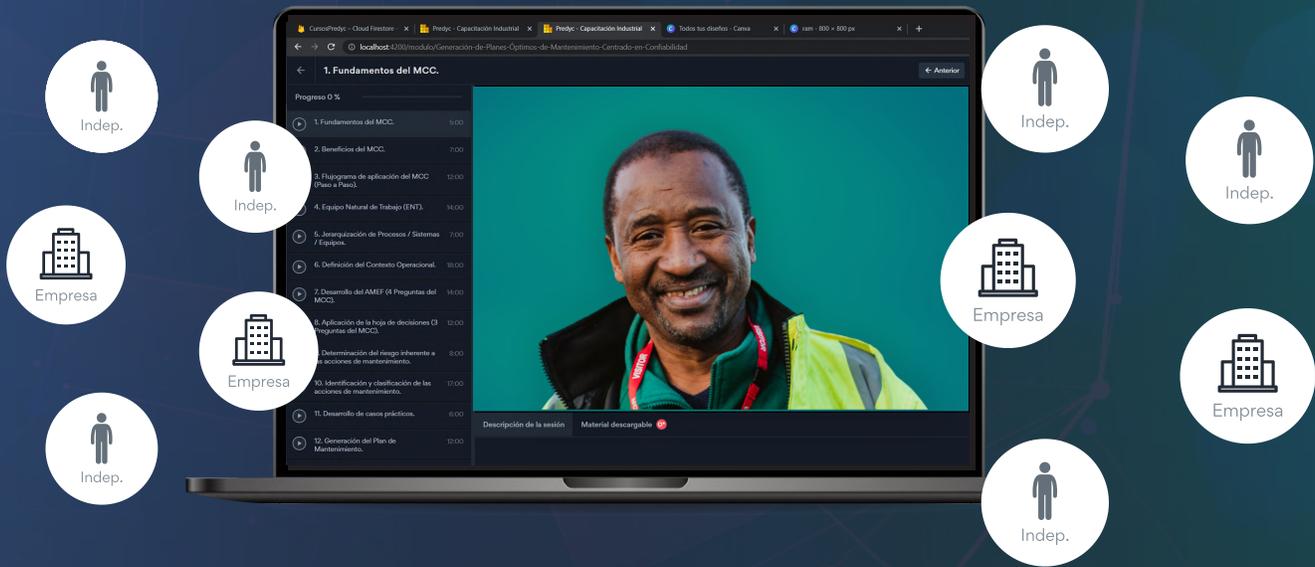
El nuevo indicador de Gestión de Activos

El origen de una nueva generación





Entrenamiento en línea
donde y cuando tú quieras



Instructores

Plataforma web

Estudiantes

Súmate a la comunidad
de aprendizaje de la industria



Índice

- 4** **Editorial**
- 6** **Entrevista a Enrique González**
- 11** **Planificación de Mantenimiento en PM-SAP**
Arquímedes José Ferrera Martínez
- 19** **Entrevista David Trocel**
- 24** **La Confiabilidad Multiperfil: un aporte para mejorar la Confiabilidad Humana en un Sistema Sociotécnico**
Adrián Aguirre y Rogelio Bautista
- 35** **El mantenimiento y la productividad**
Juan Pedro Maza Sabalete
- 39** **¿Cómo serán las fábricas dentro de una década? La transformación progresiva hacia la Smart Factory**
Toni Laserna García
- 44** **Cálculo de cantidad de grasa para la re-lubricación periódica de rodamientos**
José Páramo
- 49** **La sensibilización de la seguridad en las operaciones**
Richard Zamora
- 53** **Gestión estratégica de costos de mantenimiento**
Lourival Tavares y Franklin Nonato
- 59** **Aprendizaje Automático Supervisado: Modelo Naive Bayes para clasificación de profesionales de Mantenimiento**
Dr. Eduardo Calixto
- 70** **¿Cómo medir la Calidad de servicio? El nuevo indicador de Gestión de Activos**
Brau Clemenza

Editorial



Andrés González
Editor y CEO de Predictiva21

El origen de una nueva generación

Los cambios son parte del día a día, en esta ocasión Predictiva21 cuenta con una nueva dirección. Me corresponde asumir el cargo de Editor, el cual me fue cedido por mi padre, Enrique González. Estamos actualmente en una fase de expansión y ahora nuestros lectores no solamente pueden disfrutar de contenido de valor referente a la industria en nuestra revista, sino que también tienen la oportunidad de capacitarse con profesionales expertos y dentro de poco será el lanzamiento de Predyc, nuestra plataforma de capacitación E-learning para todas las áreas de la ingeniería, que será otro punto de encuentro para que instructores, empresas y organizaciones puedan presentar sus conocimientos a toda la comunidad de ingenieros.

En Predictiva21 tenemos ahora más que nunca el compromiso de transmitir información de calidad que sea útil en el día a día de nuestros fieles lectores. En esta edición especial tenemos entrevistas con los fundadores de las dos revistas de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos que surgieron en Venezuela y han aportado valiosos conocimientos a profesionales de todo el mundo inmersos en este ámbito.

Además de las entrevistas a Enrique González (fundador de Predictiva21) y David Trocel (fundador de Confiabilidad Industrial), también contamos con varios de nuestros colaboradores articulistas que nos comparten sus trabajos. Arquímedes Ferrera con “Planificación de Mantenimiento en PM-SAP”, Adrián Aguirre y Rogelio Bautista con “La Confiabilidad Multiperfil”, Juan Pedro Maza con “El mantenimiento y la productividad”, Toni Laserna García con “¿Cómo serán las fábricas del futuro?”, José Páramo con “Cálculo de cantidad de grasa para la relubricación periódica de rodamientos”, Richard Zamora con “La sensibilización de la seguridad en las operaciones”, Eduardo Calixto con “Aprendizaje Automático Supervisado”, Lourival Tavares y Franklin Nonato con “Gestión estratégica de costos de mantenimiento (Parte 1)” y finalmente a Brau Clemenza con “¿Cómo medir la Calidad de servicio?”.

El equipo de Predictiva21 les desea a todos nuestros lectores una buena lectura y esperamos que disfruten de los aportes presentados en esta edición #37. Además hacemos un agradecimiento especial a todos los profesionales y articulistas, quienes hacen posible la realización de esta revista que nos nutre con valiosos conocimientos y experiencias útiles para nuestro ámbito laboral.

DIRECTORIO

Enrique Javier González Henríquez
Fundador
enrique.gonzalez@predictiva21.com

Andrés Enrique González Giraldo
Director Ejecutivo y Editor
andres.gonzalez@predictiva21.com

Alejandro José Godoy Rodríguez
Director de Mercadeo y Capacitación
alejandro.godoy@predictiva21.com

Carlos José Villegas Álvarez
Director Editorial
carlos.villegas@predictiva21.com

Montserrat Souza
Coordinadora de Mercadeo
montserrat.souza@predictiva21.com

Daniel Farfán
Diseñador Gráfico
daniel.farfan@predictiva21.com

BUREAU VERITAS

ANÁLISIS DE ACEITE

ANÁLISIS DE ACEITE | ANÁLISIS DE REFRIGERANTE | ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE | ANÁLISIS DE GRASAS | ANÁLISIS DE FLUIDOS DE CORTE | ANÁLISIS DE FLUIDOS DE SISTEMAS HVAC | ANÁLISIS DE ACEITE PARA TRANSFORMADORES

La confiabilidad de las máquinas móviles e industriales comienza con un programa continuo de análisis de aceite. La red mundial de laboratorios de última generación de Bureau Veritas proporciona resultados precisos y fiables en los que puede basar su programa de mantenimiento predictivo. Contacte con nosotros.

LOAMSSM - Sistema de gestión de análisis de aceite

lubricante. Nunca ha sido más fácil para los gestores de equipos y el personal de mantenimiento optimizar la productividad utilizando datos de análisis de aceite usado en tiempo real.

NUESTROS LABORATORIOS:

Los Angeles, CA
3401 Jack Northrop Avenue
Hawthorne, CA 90250
Tel: +1 800-248-7778

Houston, TX
12715 Royal Drive
Stafford, TX 77477
Tel: +1 800-248-7778

Chicago, IL
2450 Hassell Road
Hoffman Estates, IL 60169
Tel: +1 800-424-0099

Atlanta, GA
3385 Martin Farm Road
Suwanee, GA 30024
Tel: +1 800-241-6315

CONTACTO:

Jorge Alarcon,
Global Technical Manager OCM
jorge.alarcon@bureauveritas.com
www.oil-testing.com



BUREAU
VERITAS



Entrevista a Enrique González

El fundador de

PREDICTIVA21

PREDICTIVA21

MAINTENANCE | RELIABILITY | ASSET MA

Enrique González, fundador de Predictiva21 cede su puesto de CEO y Editor de la revista a su hijo Andrés González. Para esta edición tenemos una entrevista especial donde Enrique nos comparte los detalles de los orígenes de este proyecto y lo que vendrá para el futuro.

¿Cómo fue el inicio de Predictiva21? ¿Qué motivaciones hubo para la creación de la revista?

El proyecto personal de tener una revista técnica era algo que existía desde hace varios años anteriores al inicio de Predictiva21. A mediados del año 2013 tuve la fortuna de encontrarme con una amiga periodista llamada Alimey Díaz Martí, quien ya tenía experiencia en la parte de edición y elaboración de revistas. Cuando tuve la oportunidad de conversar con ella, inmediatamente vi la fortaleza que hacía falta para comenzar el proyec-

to, su experiencia era en revistas de naturaleza diferente, noticias en general y no en el área técnica. Entonces comenzamos a intercambiar ideas de como utilizar la experiencia de ella en favor de elaborar el proyecto de una revista técnica.

En esos intentos preliminares, hubo varias semanas de intercambio de ideas: que temas cubrir, cuantas secciones habría, cada cuanto tiempo sería lanzada la revista, si íbamos

a tener reporteros, a quienes íbamos a invitar como articulistas, los tópicos principales, etc. Nada de eso estaba definido, poco a poco comenzó a tomar forma en las primeras semanas y uno de los puntos críticos era escoger el nombre para la revista.

Recuerdo que en esa época nos reunimos parte del equipo de trabajo (el equipo técnico), básicamente la gente de ingeniería, estuvo la gente de talento humano también con nosotros y otro grupo adicional. Empezamos a hacer una tormenta de ideas sobre el posible nombre para la revista, en esa sesión de trabajo que era solamente para escoger el nombre, empezaron a surgir varias propuestas y recuerdo que en dos o tres ocasiones, de manera involuntaria en las explicaciones de Alimey (quien tenía más experiencia en el grupo), ella mencionó que las revistas más exitosas cumplían con ciertas características, por ejemplo que tenían un hombre femenino que consistía en una sola palabra, y entonces comentamos que como nos manejábamos alrededor del man-

tenimiento predictivo, dijimos que el femenino de predictivo es predictiva, y añadimos el 21 porque estamos en el siglo 21.

Básicamente así se constituyó el nombre de Predictiva21, que al situarlo en conjunto con las otras propuestas de nombres, fue el más votado. Salió elegido de esa manera y de allí se prosiguió al diseño gráfico del nombre. Hicimos varias propuestas de logotipos, diferentes formas de presentación, estaban contratados dos diseñadores gráficos y cada uno de ellos hizo tres propuestas separadas. Esos seis diseños se sometieron a votación por parte del personal de las tres empresas socias de Predictiva21, estamos hablando de gente de México, España y Venezuela. Así se eligió el logotipo que tenemos.

Ese proceso de la visualización del proyecto, la conceptualización y comenzar a hacer todo lo correspondiente tomó aproximadamente seis meses, entre julio a diciembre del año 2013. Ya en diciembre de 2013 teníamos todo listo para lanzar la primera edición de Predictiva21 y así fue.

¿Cuál ha sido su experiencia en los últimos años de Predictiva21?

Siempre las experiencias han sido satisfactorias, hemos tenido un grupo de personas bien variado y nutrido que ha contribuido con la revista, estamos hablando de profesionales en las áreas de comunicación, diseño gráfico, ingeniería, talento humano, desarrollo y mercadeo, etc. Al principio conformamos un equipo de cinco o seis personas y también se manejaban las redes sociales, todo lo estábamos arrancando sin experiencia previa y fue un proceso de aprendizaje en el camino, poco

a poco fueron madurando las ideas y posteriormente desde hace tres años tuvimos la oportunidad de restablecer la sede de la empresa, ya no en Venezuela, que fue donde tuvo sus orígenes, sino en México y allí hubo una renovación completa del equipo de trabajo.

En esa renovación completa vino ahora un equipo de gente mucho más joven que entendía mejor como funcionan las redes sociales, como llegar al lector final, masificar esa llegada, mejorar y automatizar varios procesos, y básicamente hubo una segunda inyección de ideas y de liderazgo que hoy en día ha dado los frutos que todo el mundo ve, los cuales son satisfactorios. Hay una presencia de personas en muchos más países con un volumen impresionante de lectores y con tendencia continua al crecimiento.



¿Qué espera para el futuro de Predictiva21 ahora que cuenta con una nueva directiva?

Básicamente espero crecimiento, fortalecimiento, apertura de nuevas áreas de exploración, oportunidades y negocios. Básicamente la maduración y consolidación de lo que ya existe y también la expansión a las partes nuevas. Predictiva21 como proyecto inició no solamente como una revista o medio de comunicación, inició como un proyecto un poco más amplio donde una de sus ramas o puntos fundamentales era la revista, pero la intención también era que durante el transcurso del tiempo pudiéramos fortalecer la formación, el intercambio con personalidades, servir como un punto de encuentro con especialistas que estaban disponibles pero que no eran conocidos en la región. Y a su vez para esos especialistas, servir como punto de encuentro con empresas y personas que necesitaban el

servicio especializado pero que no sabían quienes eran los consultores y empresas especializadas que estaban disponibles en el mercado.

Entonces el proyecto de Predictiva21 como tal tenía esa potencialidad, ese capital relacional y de contactos. Hoy día Predictiva21 también es conocida como una empresa de formación, no solamente de difusión del conocimiento, ya que varios de nuestros aliados articulistas que son conocidos y que han contribuido constantemente con la revista, también están ahora en la fase expandida de Predictiva21 como profesionales especialistas para formar a otros profesionales, esa es un área nueva.

Además de incorporar la parte de capacitación, para un futuro se considera también la organización de eventos especializados que permitan el encuentro de personas,

empresas e instituciones que trabajan alrededor del mundo de la confiabilidad y la gestión de activos.

La organización de eventos, bien sean presenciales o de manera virtual, es algo que definitivamente agrega valor, siempre lo ha agregado y va a seguir agregando. Hoy día ya probablemente la parte virtual, pero estoy seguro de que regresaremos en algún momento a la manera presencial, ya que ese contacto de persona a persona definitivamente es insustituible.

Predictiva21 en algún momento de su historia futura también estará explorando esa área de organización de eventos especializados alrededor de su ámbito central que es el mantenimiento, la confiabilidad y la gestión de activos.

Predictiva21 está clara en sus objetivos, trabaja muy duro para lograrlos, tiene varias metas en su plan de trabajo, se han desarrollado

con una buena planificación y se han ido logrando.

Como mencionaba anteriormente, están ahora trabajando de manera muy dura en la parte de capacitación y formación, haciendo alianzas con instructores e instituciones para impartir tópicos de manera en línea (con clases online o pregrabadas) y con clases presenciales. Además se busca expandir esa oferta que se le presenta al público. Luego de eso, estoy seguro de que la nueva directiva que es sangre fresca, gente joven con muy buenas ideas, que tienen claro como es que se mueve este mundo digital, están aprovechando lo mejor de ello para Predictiva21, pues van a llevar la revista o la empresa en general a un nuevo nivel no antes soñado, es la oportunidad abierta para ellos y pues, ahora uno tiene que ser simplemente el apoyo y ofrecerles una recomendación o algún consejo, pero en definitiva la dinámica de trabajo que ellos están llevando sería inmejorable, es el tiempo para ellos.

Participación de Predictiva21 en Congresos



¿Hay algunas anécdotas que le gustaría compartir? ¿Qué fue lo más ameno durante toda su trayectoria con Predictiva21?

De las experiencias, las que más me han traído satisfacción son las oportunidades que hemos tenido de participar en congresos como media partner, porque es una oportunidad única de encontrarse con una gama muy amplia de personalidades. Estamos hablando de las personas que van como expositores a dar charlas técnicas en los congresos, muchos de ellos son también articulistas colaboradores de la revista. También encontramos gente interesada en la parte de publicidad dentro de la revista.

Entrevistar a personalidades reconocidas en el mundo de la confiabilidad y gestión de activos es muy

ameno. Pues, conversar con esos iconos de este tipo de industrias deja una satisfacción muy grande, también por el hecho de escuchar sus anécdotas, historias, recomendaciones para la vida y para la parte profesional. El hecho de conocer gente que sólo había visto en fotos, revistas o por referencias y tener la oportunidad de acercarme a ellos y conocerlos personalmente, al abordarlos para temas de la revista, empecé a intercambiar con ellos más que un simple saludo. Definitivamente las experiencias más gratas que he tenido están en la participación de Predictiva21 en los congresos.



¿Continuará aportando a Predictiva21? ¿Cuál será su papel dentro de la organización?

Yo en lo personal no me estoy retirando de Predictiva21, quedo todavía haciendo parte de ella, estoy como socio fundador, sigo siendo socio participante de la empresa, ya no me encargo de actividades administrativas o de dirección, pero si me dedico a lo que siempre ha sido mi pasión que es la parte técnica, todo el manejo administrativo y estratégico de la empresa queda a cargo de esta nueva generación. Esto me da la oportunidad de trabajar en unos proyectos que quedaron pendientes en el área técnica que me gustaría seguir explorando, creo que participaré más como articulista y como instructor para acciones de formación y también tendré la oportunidad de participar de manera más intensiva en congresos como conferencista. Ya tendría la oportunidad de desarrollar trabajo técnico y participar dando conferencias y escribiendo artículos, no solamente en Predictiva21, también en otras revistas que son muy buenas y que ayudan al crecimiento profesional en otras áreas que de alguna manera están relacionadas con el área de Predictiva21.



¿A qué se estará dedicando a partir de ahora que se está abriendo camino? ¿Qué proyectos personales tiene en puerta?

En proyectos personales que tengo en puerta, básicamente como lo he mencionado, este tiempo que se me abre lo voy a utilizar para desarrollar, terminar de desarrollar, modernizar y actualizar varias herramientas computacionales en las que he trabajado desde hace muchos años y que de alguna manera aunque yo no me lo esperara, me han servido de soporte técnico, modo de vida, ingresos, etc.

En la parte de consultoría han sido herramientas computacionales de soporte con las cuales he vendido servicios de consultoría especializada, pues los tiempos ahora son perfectos porque ahora voy a aprovechar para completar varias de esas aplicaciones, actualizarlas, expandirlas con unos modelos pendientes, incorporar bases de datos, mejorar las entradas y salidas, las interfaces con el usuario y probablemente ahora, lo que si me llama más la atención es llevar eso no a un ambiente a como el que tenía ahora, que era para trabajar en una estación de trabajo, sino a un ambiente web con posibilidad de acceso y uso en cualquier parte del mundo. Esta nueva etapa con esa posibilidad de subirlo a la nube, definitivamente me abre un nuevo campo de acción que no había visto antes y permite hacer llegar a más lugares, a más gente y a más empresas ese tipo de servicios especializados, y estoy seguro de poder seguir contribuyendo. Entonces este nuevo proyecto de volver a las aplicaciones que había desarrollado en el pasado y de llevarlas a una nueva fase en la nube es muy interesante y seguro me va a consumir una buena parte de mi tiempo como consultor.



¿Algunas palabras para la comunidad de Predictiva21?

A la comunidad de Predictiva21 le digo que yo no me he ido ni me voy, me van a seguir viendo, no en la primera página del editor, pero sí como articulista, eventualmente como un reportero periodista entrevistando personas, también apoyando cuando estemos como media partner en eventos, pues seguiría allí presente, también en acciones de formación dentro del área académica que está llevando ahora también Predictiva21 y seguro que la comunidad seguirá escuchando de mí y yo a la comunidad.

Como digo, la dirección, las ideas nuevas, los proyectos estratégicos y los objetivos, van a quedar ahora en manos de un equipo muy capaz con ideas innovadoras muy acordes a estos tiempos, y yo dentro de lo que pueda, con mi experiencia y el capital relacional que he logrado hacer en este tiempo, también podré apoyar de la manera en la que sea posible.



Enrique González
Fundador de Predictiva21
CMO en E&M Solutions
enrique.gonzalez@predictiva21.com





Planificación de Mantenimiento en PM-SAP



Arquímedes José Ferrera Martínez

Director General y Director Principal
de Confiabilidad y Gestión de Activos
Ingeniero de E&M Solutions en México
arquimedes.ferrera.m@gmail.com



La planificación es una de las principales actividades dentro de la cadena de valor de mantenimiento (**planificación** – programación – ejecución – ingeniería de confiabilidad y mantenimiento), es por esto que en instalaciones muy complejas o con un número grande a activos, se hace necesario la utilización de un sistema de administración y control de toda la gestión de mantenimiento computarizado que incluya toda la cadena además de la administración de las refacciones. En nuestro caso particular nos enfocaremos al **CMMS PM-SAP** “Computerized Maintenance Management Systems”, que se puede definir como un módulo dentro del EAM SAP “Enterprise Asset Management”.

En este artículo nos enfocaremos en las actividades principales de la planificación que permitan responder las preguntas ¿Qué? y ¿Cómo? utilizando en sistema (PM-SAP), por lo que no ahondaremos en detalle en las transacciones del sistema.

1 Introducción

El módulo PM de la plataforma SAP, es utilizado para llevar el registro de toda cadena de valor establecida en un proceso de mantenimiento, por tal motivo en él se desarrolla todo lo relacionado con la logística, planificación, programación y registro de las actividades ejecutorias del mantenimiento, por tal motivo este módulo del sistemas, permite tener

integración con los módulos de CO, FI, MM, SC, IM, HR, PP y PS. El cual forma parte de la gestión del ciclo de vida de las instalaciones, sistema y equipos.

El sistema Mantenimiento de Planta (SAP PM), como parte de la gestión del ciclo de vida de las instalaciones, sistemas y equipos, está integrado con los otros sistemas de SAP (Figura 1) como:

- Administración de materiales.
- Controlar “Controlling”.
- Contabilidad financiera.
- Contabilidad de activos.
- Sistema de Pwroducción y Recursos Humanos.
- Inversión y Gestión de Proyectos.
- Gestión Inmobiliaria.
- Gestión de Fondos.

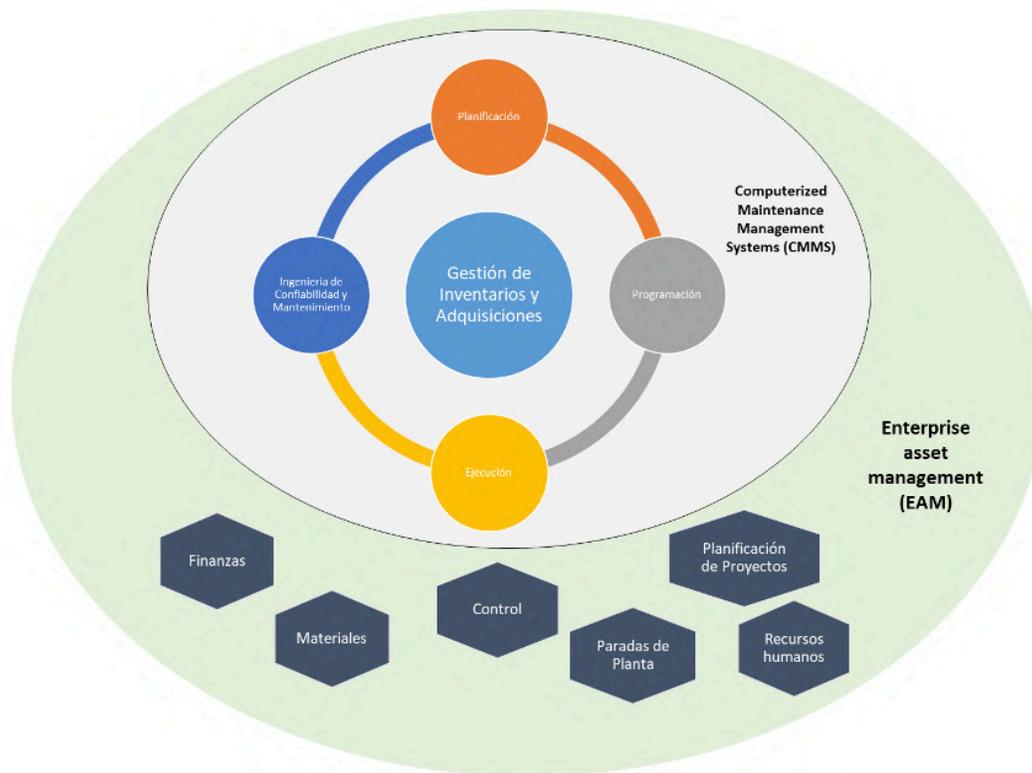


Figura 1. Ejemplo de CMMS vs EAM.

La Planificación y Programación de Mantenimiento en el sistema PM-SAP consiste principalmente de 5 etapas:

- Equipos, localizaciones y BOM s.
- Hojas de rutas, puestos de trabajos y planes de mantenimiento.
- Avisos y ordenes de mantenimiento.
- Puntos de Medidas, documentos de medida y lista de tareas.
- Reportes KPÍ s y Proyectos de inversión (SAP-PS).

2 Actividades de Planificación en ambiente PM-SAP

En este análisis nos enfocaremos en la planificación de mantenimiento preventivo y para explicar de forma más fácil como se generan los planes de mantenimiento en el sistema PM-SAP, empezaremos como se dice: de atrás hacia adelante, es decir cómo llegamos a un Plan de Mantenimiento Preventivo.

Un plan de mantenimiento preventivo

describe cuales **posiciones de mantenimiento**, serán programadas en un determinado momento. Se pueden combinar posiciones de mantenimiento de algunos equipos o ubicaciones funcionales similares. Por ejemplo: un plan de mantenimiento puede agrupar todas las posiciones de mantenimiento de un Turbocompresor.

Los planes de mantenimiento se generan a partir de las **estrategias** asociándolas a un equipo o ubicación técnica a través de las **hojas de ruta**, en la Figura 2 podemos ver gráficamente como se generan los planes de mantenimiento.

Existen dos tipos de planes de mantenimiento:

Existen dos tipos de planes de mantenimiento:

1. Plan de mantenimiento basado en tiempo (Plan Estrategia), cuya estrategia de mantenimiento se basa en tiempo y las órdenes ocurren en intervalos de tiempo específicos.
2. Plan de mantenimiento basado en contadores (Plan de ciclo individual), cuya estrategia se basa en contadores y las órdenes se generan a partir de lecturas de un contador del equipo.

Un plan de mantenimiento múltiple, se utiliza en el mantenimiento de equipos en el cual se combinan dos contadores, en cuyo caso se genera sin estrategia.

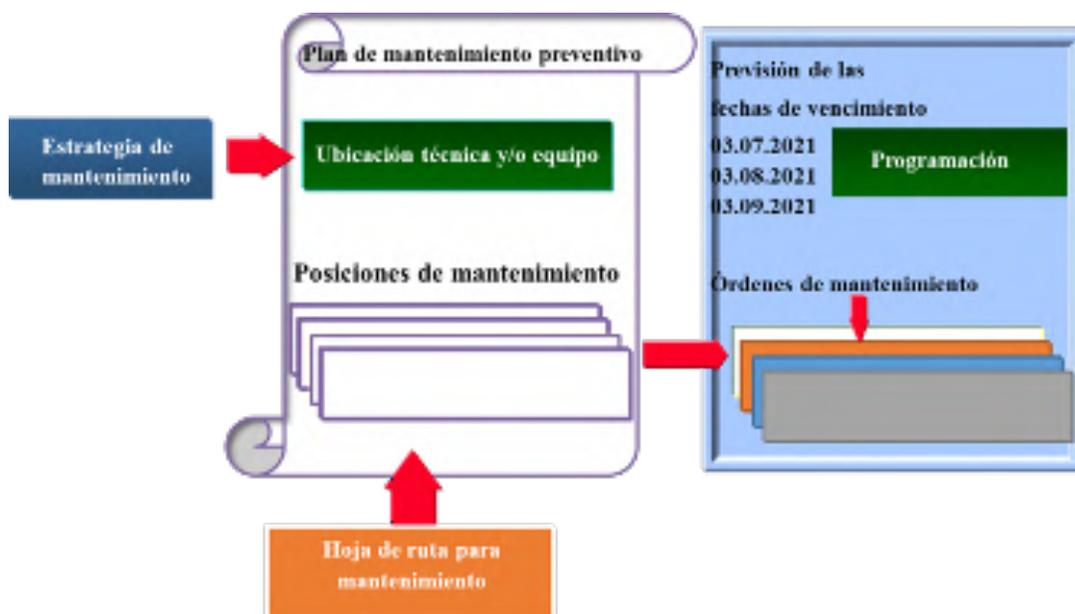


Figura 2. Plan de Mantenimiento Preventivo.

Igualmente sumpondremos que en el sistemas de mantenimiento ya se encuentran cargos como mínimo: los equipos, ubicaciones tecnicas, puestos de trabajos, materiales y puntos de medida.

Como indicamos anteriormente sin ahondar en detalles, mostramos las transacciones para la elaboración de los diferentes planes de mantenimiento en el sistema:

- Creación de un Plan de Mantenimiento Basado en Estrategia
 - Acceso vía menús: Logística/mantenimiento/mantenimiento planificado/planificación de mantenimiento/planes de manteniendo/Preventivo/Crear/Plan Estrategia.
 - Código de transacción: IP42 - Crear Plan estrategia (Basado en Tiempo).
 - Código de transacción: IP02 - Modificar.
 - Código de transacción: IP03 - Visualizar.
- Creación de un Plan de Mantenimiento Basado en Contadores
 - Acceso vía menús: Logística/mantenimiento/mantenimiento planificado/planificación de mantenimiento/planes de manteniendo/Preventivo/Crear/Plan ciclo Individual.
 - Código de transacción: IP41 - Crear Plan ciclo individual (Basado en Contador Único).

Como pudimos observar en la figura No. 2 para la elaboración de los planes se requieren pricipalmento las Posicion y las estrategias.

2.1 Posición de Mantenimiento

La asignación de un equipo o ubicación técnica a una hoja de ruta y a un grupo planificador para crear un plan de mantenimiento y poder generar automáticamente las ordenes de mantenimiento necesarias, se conoce en el sistema como una Posición de Mantenimiento como se muestra en la Figura 3.

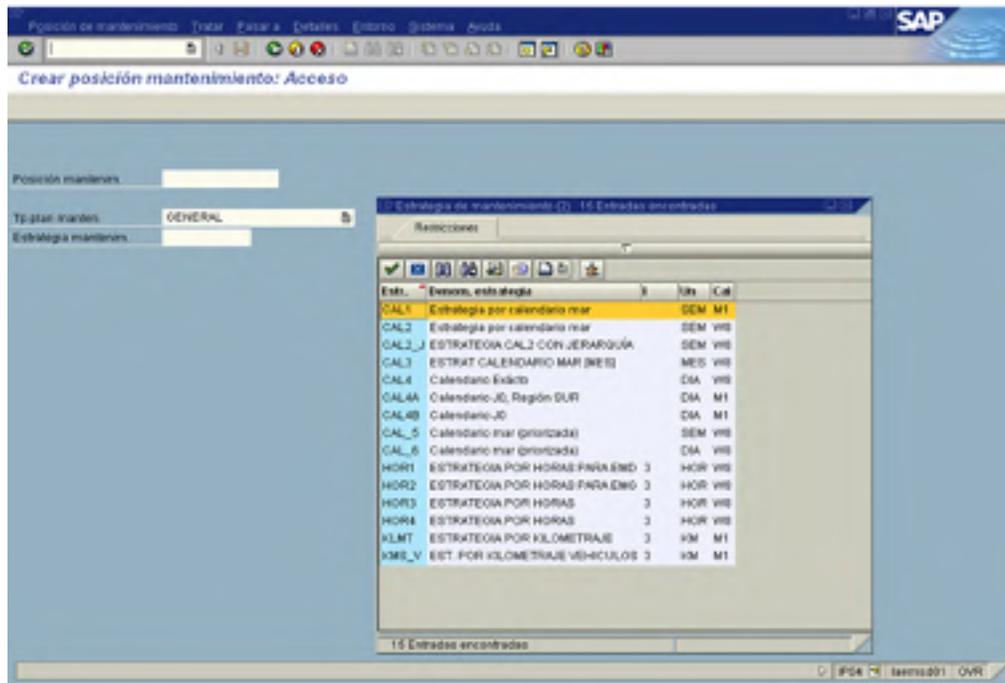


Figura 3. Crear Posición de Mantenimiento.

Hojas de Ruta:

Una Hoja de Ruta representa una serie de operaciones individuales (o pasos del trabajo). Están formadas por operaciones asociadas a los puestos de trabajo y a los componentes (materiales requeridos) que se necesitan para llevar a cabo la

operación. Además, cada operación tiene asociada una estrategia de programación y un paquete (frecuencia) de programación.

Están diseñadas principalmente para tareas de mantenimiento preventivo, las cuales se almacenan

en el sistema y se generan en las respectivas fechas de vencimiento.

Un ejemplo de una lista de actividades de mantenimiento u operaciones que se realizan a un equipo ó ubicación técnica, se muestran en la Figura 4.

Hoja de Ruta Típica

Definición Hoja de Ruta		Descripción Operación			Estrategia	Recursos Requeridos									
Grupo hojas ruta	Hruta	no.	Descripción	Texto Explicativo	Frecuencia (S-M-T-S-A)	Labor			Materiales						
						Puesto de Trabajo	Duración (Hrs)	Cant	No.BOM's	Componente	Und	Cant	Vir		
Mocomp	Mantenimiento Preventivo motocompresores White Superior niveles 1 y 2	10	Verificación y/o reemplazo de Consumibles	Verificar condiciones de operación y calidad de elementos como bujías, aceite, Filtros de aceite y aire. En caso de encontrarse fuera de condiciones normales proceda a su reemplazo	2M	Mecanico	4	2	Numero	bujias	pza.	16			
											filtros de aire	pza.	2		
											filtros de aceite	pza.	12		
											filtros Gas Comb.	pza.	2		
											Acetite lubrigas	Tambor	4		
											Termometros	pza.	16		
											Termocuplas	pza.	16		
											Manometros	pza.	1		
											Quimica deseng.	lts	5		
										Estopa	kg	5			
										Trapos	kg	5			

Figura 4. Ejemplo de una Hoja de Ruta.

1. Describe la secuencia de los pasos del proceso.
2. Definen las operaciones a realizar.
3. Se asignan los componentes, la mano de obra y tiempo de ejecución.

Existen tres clases de hojas de ruta:

- ✓ Hoja de ruta para equipo.
- ✓ Hoja de ruta para ubicación técnica.
- ✓ Instrucción de mantenimiento.

En la figura siguiente (Figura 5), se aprecia que para crear la posición de mantenimiento desde una hoja de ruta y una ubicación técnica.

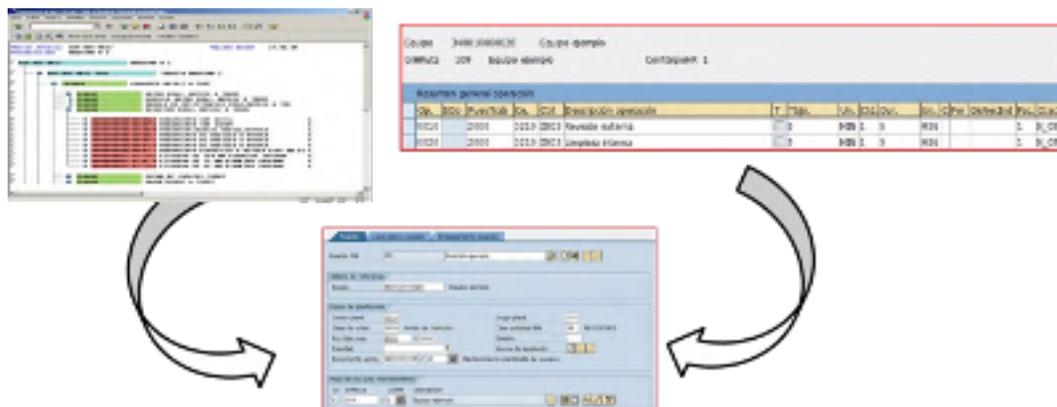


Figura 5. Pantalla para crear Posición de Mantenimiento.

3 Abreviaturas y Acrónimos

Algunas abreviaturas específicas utilizadas son:

BOM s: La lista de materiales.

CMMS: Sistema de Computarizado de Administración de Mantenimiento.

EAM: Gestión de Activos Empresariales.

KPI s: Indicadores Clave De Rendimiento.

PM: Mantenimiento de Planta.

RCM: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

SAP: Sistemas, Aplicaciones y Productos en procesamiento de datos.

CO, FI, MM, SC, IM, HR, PP y PS - Módulos del sistema SAP (control o contabilidad de costos, finanzas, gestión de materiales, servicios al cliente, gestión de inversiones, recursos humanos, gestión de la producción, gestión de proyectos de inversión).

4 Conclusiones

1. Un plan de mantenimiento preventivo describe cuales posiciones de mantenimiento serán programadas en un determinado momento. Por ejemplo: un plan de mantenimiento puede agrupar todas las posiciones de mantenimiento de una motobomba.
2. Los planes de mantenimiento se generan a partir de las estrategias asociándolas a un equipo o ubicación técnica a través de las hojas de ruta.
3. Los planes de mantenimiento pueden ser en base a:
 - a. Basados en tiempo.
 - b. Basados en rendimiento.
 - c. Basados en condición.
4. Todos los datos referentes al equipo (Número de equipo, datos de planificación y Hoja de Ruta) los trae automáticamente desde la posición de mantenimiento.

5 Referencias

1. Feroz Khan; - SAP Plant Maintenance.
2. Karl Liebstückel - Plant Maintenance with SAP S/4hana: Business.
3. Gerardus Blokdyk - SAP PM Complete Self-Assessment Guide.
4. Deloitte - Introducción a SAP R/3.
5. Gerard Blokdyk - SAP PM: Developer's Guide.
6. PEMEX - Guías SAP PM.

16 Agosto

Gestión de Mantenimiento

23 Agosto

Gestión de Costos de Mantenimiento

06 Septiembre

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

11 Septiembre

Importancia de adoptar un enfoque de Confiabilidad Operacional

20 Septiembre

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

09 Octubre

Inspección Basada en Riesgo IBR

09 Octubre

Fundamentos Técnicos de Tribología y Lubricación

18 Octubre

Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento

18 Octubre

Generación de Planes Óptimos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM

01 Noviembre

Mantenimiento Productivo Total TPM

01 Noviembre

Operación y Mantenimiento de Bombas Centrífugas

06 Noviembre

Fundamentos técnicos de Mantenibilidad de Equipos

08 Noviembre

Planificación, Programación y Costos de Mantenimiento

22 Noviembre

Planificación y Programación de Mantenimiento en Ambiente SAP-PM

Conócelos



30%
descuento

ENTREVISTA

David Trocel





David Trocel

Es miembro fundador y activo de [AVEPCO](#) (Asociación Venezolana de Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad), también es editor de la Revista Digital [CONFIABILIDAD INDUSTRIAL](#). Tiene 19 Años de experiencia diseñando y configurando Programas de Mantenimiento Predictivo.

Conozcamos al profesional

¿Cuál fue la motivación para la creación de la revista Confiabilidad Industrial?

La revista comenzó con el nombre de Mecanálisis en el año 2006, era solo en versión impresa, 11 ediciones después, en el 2008, cambiamos el nombre a Confiabilidad Industrial y en 2012 se estrenó la versión digital. Nos motivó la falta de una publicación especializada en nuestro país sobre temas específicos de mantenimiento y confiabilidad industrial, inspirados por una serie de publicaciones de muy alta calidad editadas principalmente en Estados Unidos, en ese momento había muy poca información en español, así que nos embarcamos en este proyecto editorial con el fin de difundir conocimientos en el sector, fomentando la participación de nuestros profesionales en el intercambio de opiniones y experiencias integradoras de esta comunidad tan entusiasta.

¿Cómo se siente participar en un proyecto de aporte a la comunidad?

Es gratificante trabajar en emprendimientos que agregan valor a una comunidad, los lectores de Confiabilidad Industrial siempre nos hacen llegar palabras de agradecimiento, críticas constructivas y muy buena energía para continuar con esta labor. Es un arduo trabajo editar una publicación de este nivel, pero lo hacemos con mucha pasión, con entusiasmo y profesionalismo, entendiendo la responsabilidad de ser un medio de referencia en el área. Hay mucha interacción con especialistas y profesionales practicantes, todos con el deseo de colaborar, de apoyar, y eso es realmente muy satisfactorio, ser reconocidos como un medio útil para el trabajo y para la educación, nos obliga a mejorar y a estar atentos a las expectativas de la gente.

Háblenos de los logros de Confiabilidad Industrial

Como dije antes, fuimos la primera publicación venezolana especializada en estos temas asociados a la confiabilidad de activos industriales, aunque esta es un área extensa y compleja, logramos hacer un balance de contenido con disciplinas como inspección, seguridad, estándares, mantenimiento, análisis de fallas, tecnología, entre otras. También fuimos la primera revista digital venezolana sobre estos temas. Desde 2006 hasta 2019 logramos editar 33 ediciones, de estas, 22 están colgadas en la web para el acceso gratuito a temas que de cierta manera se mantienen vigentes. Creo que estos eventos son hitos importantes en la historia de las publicaciones técnicas venezolanas. Hemos reunido autores reconocidos internacionalmente, pero también a jóvenes profesionales, le damos oportunidad a todo profesional que desee difundir su conocimiento y compartir su experiencia. Algunos artículos publicados en Confiabilidad Industrial han sido utilizados como referencias en congresos, páginas web especializadas, trabajos académicos y cursos de formación profesional, esto es algo que nos llena de mucha satisfacción y nos obliga a ser mejores cada día. En el caso de las traducciones, los autores originales lo agradecen y luego distribuyen los artículos en español en su ámbito, lo cual creo es un aporte a nuestra cultura.

¿Por qué se detuvo el lanzamiento de nuevas ediciones de la revista? ¿Se tiene pensado un relanzamiento?

Todo proyecto debe ser sustentable económicamente, Confiabilidad Industrial no es un modelo de negocios en sí, sus costos operacionales son cubiertos con el apoyo de empresas amigas, colaboradores y el soporte de otros negocios como lo son la prestación de servicios de la Academia de Confiabilidad y GTS Confiabilidad. En Venezuela la crisis económica, social y política, unido al impacto de la pandemia, han mermado en gran medida los ingresos de las empresas, sobre todo las dedicadas al sector petrolero, el cual representa más del 80% de la industria y de los ingresos nacionales. Así que ha sido una cuestión de disminución de recursos que nos ha obligado a enfocarnos en la subsistencia de los negocios esenciales y a pausar la producción de la revista, que para mantener su calidad, requiere de dedicación, atención a detalles y de servicios especializados. Sin embargo, nuestro compromiso con el país, nuestros lectores y colaboradores sigue firme, y estamos planificando el relanzamiento en el muy corto plazo, para ello seguiremos contando con esta comunidad de profesionales y empresas que siempre nos han respaldado, se vienen cosas buenas y mejores, el apoyo de Predictiva21 será clave en este relanzamiento y seguro que juntos le brindaremos a nuestra comunidad, nuestro país y a Latinoamérica servicios editoriales de calidad, útiles, educativos y de muy alta calidad para apoyar el trabajo y contribuir con el mejoramiento continuo de nuestra industria.

Después de tantos años seguramente hay muchas anécdotas que contar, ¿Alguna que le gustaría compartir?

Si, ya son 15 años en este bonito emprendimiento, han pasado muchas cosas, hemos aprendido de temas diversos más allá de la confiabilidad industrial, como el diseño gráfico, la diagramación y la publicidad, por ejemplo. De las anécdotas que más me gusta contar es cuando en las plantas me preguntan cuándo les llegará su revista, el tema es que las primeras 20 ediciones en formato impreso (incluyendo Mecanálisis) eran entregadas de forma personalizada, y algunos lectores se acostumbraron a recibirla en su oficina, con su nombre impreso, y luego de tantos años la siguen esperando, pero deben aceptar que ahora solo está disponible en versión digital. También en las primeras ediciones cometimos algunos errores de edición, de ortografía e incluso de derechos de autor, es esos casos nos contactaban para reclamarnos o corregirnos, algunos lectores eran muy incisivos, pero siempre tratamos de darles la razón, es algo con lo que no estábamos acostumbrados a tratar, afortunadamente las cosas se resolvían sin mucho conflicto.



David Trocel

Especialista en: Análisis de Vibraciones, Balanceo Dinámico, Alineación de maquinaria rotativa, Termografía Infrarroja y Programas de Mantenimiento Predictivo

david.trocel@confiabilidad.com.ve

www.confabilidad.com.ve



Hablando de la persona detrás de este proyecto, ¿Dónde se encuentra y que se dedica actualmente? ¿Qué proyectos relevantes nos puede comentar?

¿Qué experiencia ha obtenido usted de este proceso?

La experiencia de seleccionar, escribir, editar y traducir artículos técnicos de interés para nuestra comunidad es un trabajo que me ha dejado mucho aprendizaje, siempre digo que soy el principal beneficiario de toda la información publicada en Confiabilidad Industrial, leer, releer y volver a leer es extenuante, pero también deja un aprendizaje valioso para el trabajo cotidiano de servicios industriales y de capacitación. Sin duda, esta es una experiencia invaluable de todo este proceso. Por otro lado he tenido la oportunidad de conocer personas muy influyentes en este campo de trabajo, intercambiar opiniones y publicar sus artículos.

Como siempre digo, Confiabilidad Industrial es parte de la familia, en cierta forma todos nos ocupamos un poco de la revista. Yo como el editor jefe me he mantenido activo en el campo de la inspección de activos y en la capacitación sobre técnicas de inspección predictivas, siempre en Venezuela, apostando al país y a su recuperación, estoy enamorado de Venezuela y mientras las circunstancias me lo permitan, seguiré aquí, trabajando en lo que me gusta y apasiona, contribuyendo con lo que pueda al desarrollo y apoyando a los nuevos profesionales en su capacitación. A pesar de la disminución de la actividad de servicios en el sector industrial, hemos podido adaptarnos, quizás sobrevivir, y fortalecernos para los tiempos mejores. Seguimos apoyando a la industria, ahora en su recuperación, con servicios de inspección de activos, alineación de precisión, balanceo dinámico, asesoría y capacitación especializada. La situación venezolana es muy particular, muy compleja y necesitará del trabajo colectivo de todos sus profesionales, creo que el proyecto relevante es tratar de contribuir con el despegue del parque industrial con servicios de calidad e innovación, estudiando y apalancándonos en las nuevas tecnologías, no tenemos otra opción más que avanzar.



Cámbiate al software de mantenimiento del futuro

¡Renuévate este 2021! Solo basta que nos envíes una factura con tu actual proveedor y listo, ¡obtén un año completamente gratis!

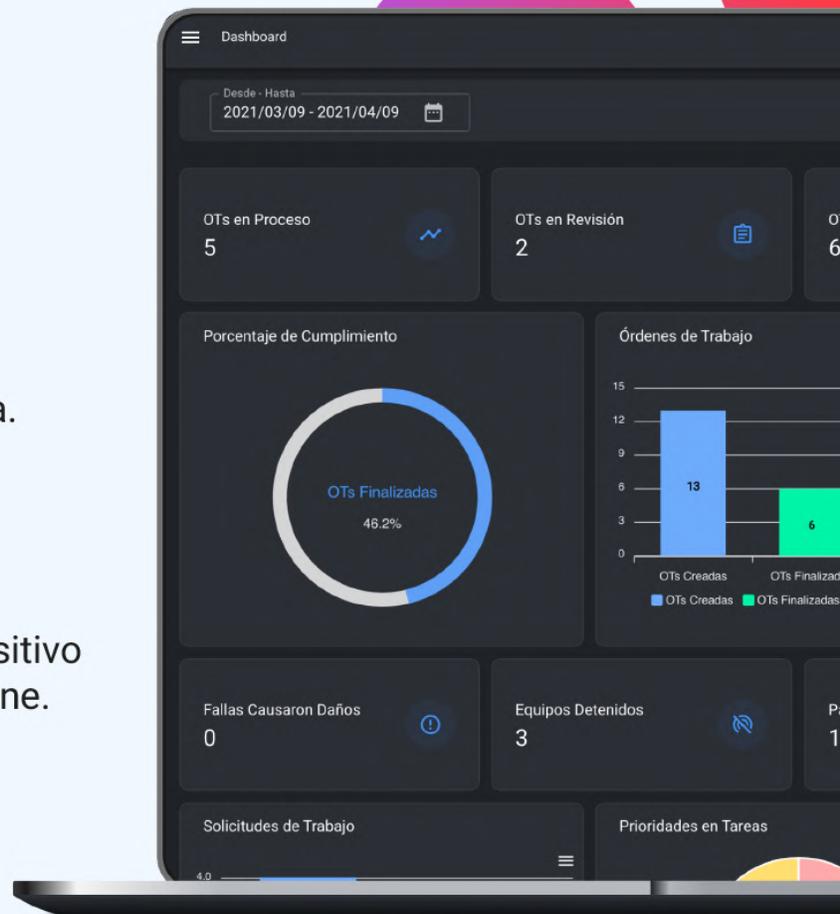
Programa de Renovación Continua:

- ✓ Válido solo para migración desde otras soluciones CMMS/EAM/GMAO
- ✓ Primer año de suscripción gratuita (costo cero).
- ✓ Te ayudaremos con la migración de data.
- ✓ Capacita a tu personal con Webinars y cursos gratuitos. Incluye certificación.
- ✓ App móvil disponible en cualquier dispositivo y con la opción de trabajar en modo offline.

www.fractal.com

Contacto: ventas@fractal.com

1 AÑO
GRATIS



*Válido solo para migración de software.



La Confiabilidad Multiperfil:

Un aporte para mejorar la Confiabilidad Humana en un Sistema Sociotécnico



Adrián Aguirre
Consultor en Gestión de Confiabilidad Humana
gestionseguridadyprevencion@gmail.com



Rogelio Bautista
Director General de Smarthinking
www.smart-thinking.com.mx



El cerebro humano está absolutamente capacitado para enfrentar situaciones de incertidumbre.

El Dr. Puig aparte de la frase con la que hemos querido iniciar este artículo también nos comenta ¿De qué forma los sentimientos esculpen nuestro cerebro? “la zona prefrontal del cerebro (lugar donde se sitúa el pensamiento más avanzado, donde se inventa nuestro futuro, donde valoramos alternativas y estrategias para solucionar los problemas y tomar decisiones) está tremendamente influenciado por el sistema límbico; es decir, nuestro cerebro emocional”. Para obtener buenos resultados, es necesaria la confianza en uno mismo, el compromiso y la ilusión moderada.

La “zona de confort”, que bien puede ser una zona de incomodidad e infelicidad, no es más que el estatus quo al que las personas se acostumbran, entonces ¿por qué no cambiar? El cambio produce incertidumbre y ésta produce temor, por lo que es necesario enfrentarlo.

Interesantes palabras, dignas de análisis, y que aplican en cualquier campo de la vida, sea lo laboral o personal. En el desarrollo de este artículo nos centraremos en el campo laboral.

¿Y cuántos de nosotros según el rol dentro de la estructura organizativa de que ocupemos en el sistema sociotécnico hemos tenido un panorama de incertidumbre?, ¿Cuántos dueños, presidentes de compañías o altos directivos, gerencia media y los propios trabajadores de base sea cual sea su rol enfrentan situaciones de incertidumbre?

Sin duda alguna, todos hemos pasado por ese momento y esto puede afectar o incluso afecta el cumplimiento de las actividades así como las metas de la organización. La incertidumbre en los sistemas sociotécnicos es una variable constante, en algunos casos es el resultado de la dinámica y producto de la convergencia, divergencia

o convivencia de múltiples escenarios económicos, operacionales que intervienen en la gestión de una empresa, en los actuales momentos, tan abrumadores, desafiantes, diversos cambios políticos, sociales y los diversos momentos coyunturales que puede vivir cada organización por motivos de auserismo, falta de materia prima, pérdida de mercados, restricciones y accidentes, simultáneamente hacen que la incertidumbre crezca e influya en la operación del negocio, en sus resultados y en su valor. La diferencia entre una influencia positiva o negativa se da en la fijación de una estrategia sólida y a largo plazo.

Actualmente el impacto de la pandemia en el Mundo (Hablando del Covid-19), que logró desacelerar y detener la economía global, es común que las empresas se encuentren en dificultades debido a que,

en la mayoría de los casos, los altos ejecutivos no están acostumbrados o preparados para afrontar contextos tan cambiantes como los que se viven en la actualidad y a los trabajadores no se les educa para ello.

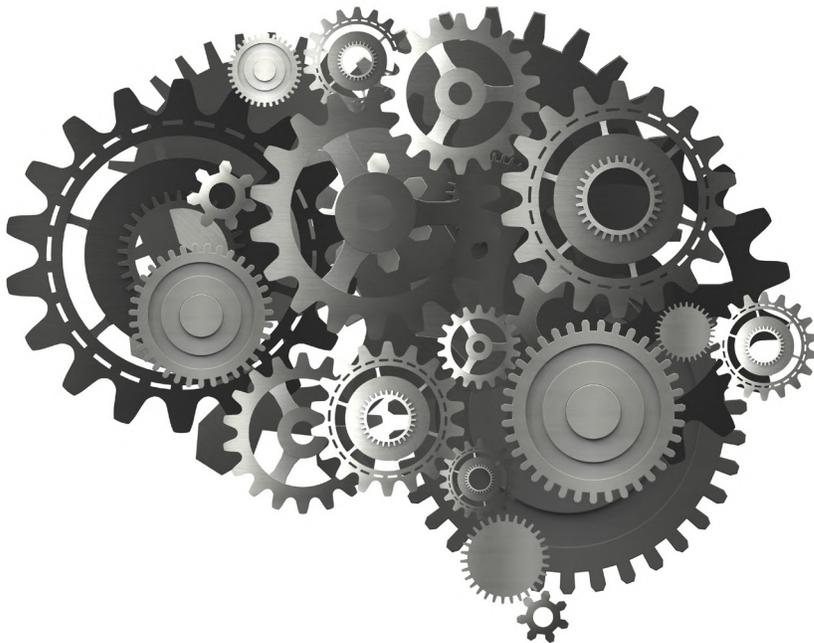
En estos momentos el liderazgo y la confianza debe ser una de las cualidades más valoradas en los directivos para que pueden gestionar la incertidumbre de forma adecuada, es decir, sean capaces de relacionar los actos empresariales actuales con una visión a futuro.

La organización entonces debe realizar un diagnóstico en todos los niveles de la organización, fomentar una cultura de fortaleza psicológica con todos los medios actuales a su disposición, suministrar los medios y condiciones adecuadas y fomentar ambientes de trabajo colaborativos.

Usted se preguntará ¿Cómo puedo hacer todo esto en mi organización?, ¿Cómo puedo

ayudar a que mi personal sepa manejar la incertidumbre y no fracasar en el intento? Para ello se debe implementar como estrategia organizacional: La Confiabilidad Humana, centrada en las personas en la gestión empresarial o la Confiabilidad Multiperfil según el rol y la responsabilidad para evitar sesgos en la toma de decisiones (En este artículo nos centramos en esta última).

Iniciar esta tarea no es sencillo, aquí debemos entender dos conceptos fundamentales y que ayudan en la aplicación y gestión propia en la anticipación de las fallas humanas y organizacionales, estos conceptos son de la interdisciplinariedad a la transdisciplinariedad.



Para este artículo abordaremos la idea siguiente: La interdisciplinariedad no es otra cosa que la reafirmación y constante epistemológica de la reagrupación de los saberes y, la transdisciplinariedad es una concepción mucho más reciente. La propia complejidad del mundo en que vivimos nos obliga a valorar los fenómenos interconectados. Las actuales situaciones físicas, biológicas, sociales y psicológicas no actúan sino interactúan recíprocamente. La descripción del mundo y de los fenómenos actuales nos exige una nueva forma de valoración desde una perspectiva más amplia, con una nue-

va forma de pensar que reclama encontrar un nuevo paradigma capaz de interpretar la realidad actual. A esto nos lleva la concepción transdisciplinaria.

La interdisciplinariedad se considera como: El análisis “desde distintas miradas científicas, a problemas o conjuntos de problemas, cuya complejidad es tal, que con el aporte (o la disponibilidad) de cada una de las disciplinas a la interdisciplinariedad, ayudaría a desentrañar las distintas dimensiones de la realidad social” y la transdisciplinariedad: es un “proceso según el cual los límites de las disciplinas individuales se

trascienden para tratar problemas desde perspectivas múltiples con vista a generar conocimiento emergente”.

Teniendo en cuenta esto, dentro de la Organización se puede mirar la Confiabilidad Humana como un camino a convertir los sistemas sociotécnicos en empresas saludables. Es difícil pero no es imposible, se puede iniciar conformando un equipo con enfoque de transdisciplinariedad, que conozca de las metodologías asociadas a la Gestión de Confiabilidad Humana y seguir los 4 pasos indicados en la Figura 1, donde se describe de forma general el trabajo.

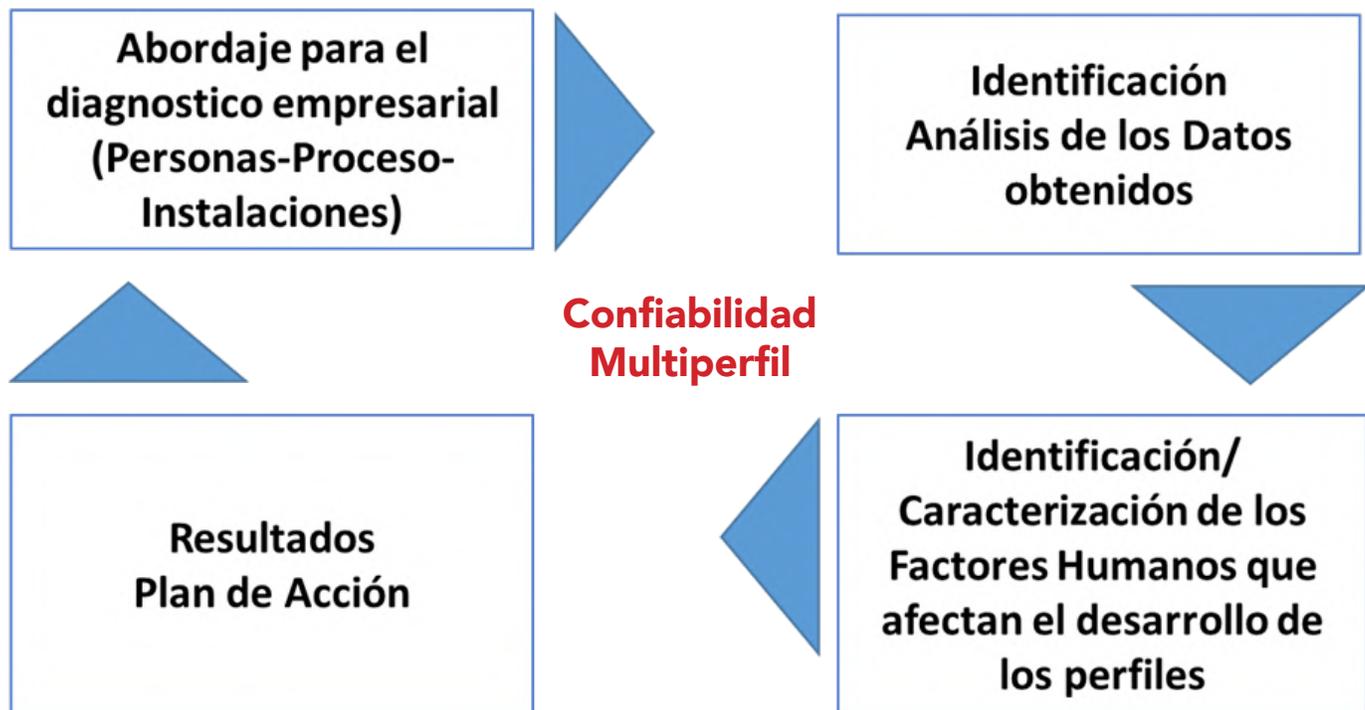


Figura 1. Pasos para el abordaje de la Confiabilidad Multiperfil en una organización. Fuente: Aguirre & Bautista, Sojo, 2021.

Cuando hablamos de Confiabilidad Humana, nos referimos a una gestión, una estrategia organizacional, un proceso, una metodología que ayuda en la sostenibilidad de las metas de la organización, permite anticiparse a las fallas humanas que finalmente son el producto de la incertidumbre en la dinámica social de un sistema sociotécnico, es allí, el conocer cuáles son los factores humanos que influyen en la incertidumbre dentro de los procesos puede sin duda alguna mejorar el desarrollo organizativo. Aquí radica la importancia de analizar la Confiabilidad Humana desde sus dos elementos: Las personas (humanos) y la organización. La Confiabilidad en las Personas y la Confiabilidad en la Organización serán igual a la Confiabilidad Humana.

Es importante destacar que sea cual sea el enfoque que tengamos de la Confiabilidad Humana, bien sea reactivo: Nos centramos solo en el Error humano y violación, o sea proactivo donde podemos anticiparnos a las fallas humanas o lo consideremos un síntoma, esta puede ayudar a reconocer la condición actual de los factores humanos que impactan el comportamiento de todos los niveles de la organización.

A lo largo de este tiempo hemos analizado a los dos elementos fundamentales para el estudio de la Confiabilidad Humana: el elemento humano y elemento organizacional, los cuales se describen en la Figura 2.

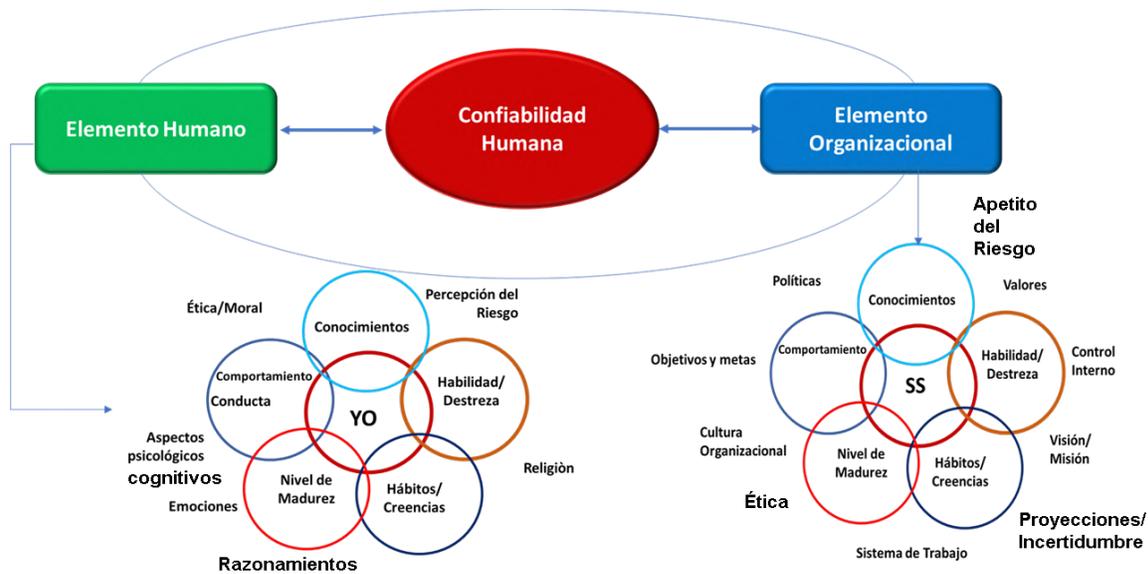


Figura 2. Elementos de la Confiabilidad Humana. Fuente: Bautista & Aguirre 2021.

La organización que en este momento se preocupe por cumplir sus objetivos, metas, obtener valor, satisfacer las necesidades de su personal, productividad y competitividad, debe apoyarse en el factor de transdisciplinariedad, que aportan diversos modelos a la Confiabilidad Humana, debe verse como un sistema sociotécnico*, que permita el abordaje de los tres subsistemas que lo conforman, (*Subsistema técnico, gerencial y social), para abordar de manera transversal a la Organización, estamos trabajando con el **Modelo para Cerebro Integral por Ned Herrmann y los Niveles de Madurez de la Organización desde el enfoque de la Confiabilidad Humana.**

Modelo para Cerebro Integral por Ned Herrmann

Hay varios modelos para su cálculo, sin embargo, no se involucran factores adicionales del entorno interno del individuo, sino solamente a nivel de comportamientos observables.

Albert Einstein expresó lo siguiente: “Todos somos genios, pero si juzgas a un pez por su habilidad de trepar árboles, vivirá toda la vida pensando que es un inútil.” ¿Qué relación tiene esto con la Confiabilidad?

Esta frase encierra un significado profundo, es como decir, “zapatero a su zapato”, imaginemos por un momento que usted no se encuentra en esa fábrica, en esa profesión, en ese rol porque le toco, sino porque usted se identifica en él, de seguro cambiaría toda su perspectiva del trabajo. Es decir, cada uno de nosotros desarrolla habilidades, destrezas y tenemos dones únicos, desde un punto

de vista vocacional debemos identificarlo, pero vamos al caso laboral, si una organización quiere lograr un clima de motivación, colaboración y mejora continua, debe conocer a su personal, este método puede ayudarle en ese sentido.

Resulta importante considerar los aspectos de la teoría de cerebro integral desarrollada por Ned Herrmann en 1994 y su relación íntima con el modelo de confiabilidad humana.

El modelo de Herrmann considera 4 cuadrantes definidos como dominancias donde se presentan perfiles definidos que nos hablan de la forma en que como individuos vemos al mundo. Este modelo ayuda en el manejo de la incertidumbre a nivel de los roles y responsabilidades dentro de un sistema sociotécnico.

Cuadrante Superior Izquierdo (Azul):

Es considerado como el analítico y es el cuadrante cortical izquierdo y es representado por el color azul. Realiza actividades que incluyen analizar, seccionar, descifrar, resolver problemas de manera lógica simplificar cosas complejas y atenerse a los hechos. Se basa en la lógica de ciertos supuestos, combina la habilidad de percibir, verbalizar y expresar las cosas de manera muy precisa. Calcula los riesgos y prefiere no seguir un camino cuando este es demasiado arriesgado. El razonamiento y los hechos son mucho más importantes que las experiencias personales y la intuición, y por supuesto los sentimientos son evitados. Apparentemente tiende a mostrarse frío, distante y arrogante con los demás. En la Figura 3 se explica con más detalle.

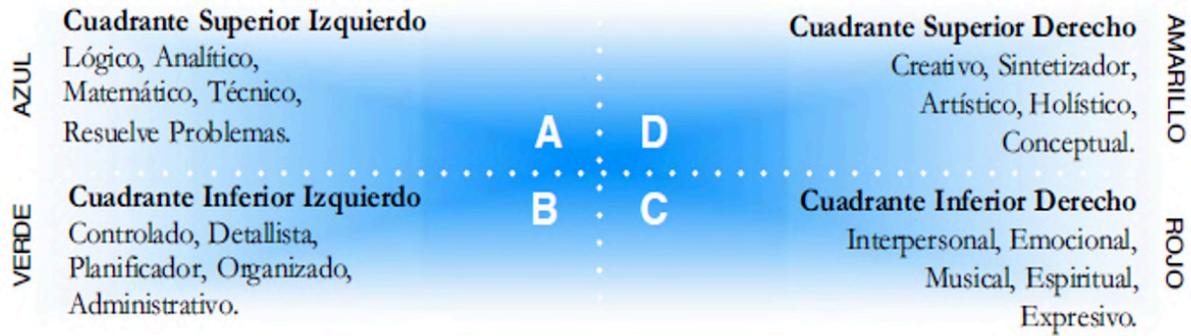


Figura 3. Detalles de los cuatro (4) cuadrantes de Herrmann. Fuente: Bautista 2021.

Cuadrante Inferior Izquierdo (Verde): Considerado como el organizador. Es el cuadrante límbico izquierdo y está representado por el color verde. En este donde predomina la planificación, la organización de los hechos y la revisión detallada de todo. Su eficiencia proviene de asegurarse de que el trabajo realizado se hizo a tiempo y correctamente, hasta el más mínimo detalle. Pone a prueba y evalúa las fórmulas y soluciones que plantea. Se enfoca en una sola tarea a la vez para hacerla bien en el primer intento. Aprende a través de la organización y estructuración de los conceptos, secuenciando, evaluando y adquiriendo sus habilidades a través de la práctica.

Cuadrante Inferior Derecho (Rojo): Es considerado como el personalizador o humanístico, se encuentra en el cuadrante límbico derecho y es representado por el color rojo. Es muy participativo, orientado al equipo y considera a las personas como el aspecto más importante; asimismo se muestra intuitivo, expresivo y tiene buenas relaciones interpersonales. Es perceptivo con los sentimientos de otros y busca ayudar a los demás. No suele darle importancia a la lógica o a las teorías, pues considera las experiencias como esenciales y la medida de éxito es la satisfacción personal. Aprende a través de escuchar, compartir, integrar experiencias y sentimientos. A pesar de ser agradable y demuestre apoyar a los demás, puede ser a veces inestable, indisciplinado, impráctico y puede sobrevalorar los sentimientos.

Cuadrante Superior Derecho (Amarillo): Considerado como el visionario. Ubicado en el cuadrante cortical derecho y representado por el color amarillo, muestra un predominio en características como la imaginación, la conceptualización, la integración y la orientación hacia el arte. Tiende a ser intuitivo, holístico, aventurero y suele tomar riesgos. Suele hablar en metáforas y a expresarse mejor cuando hay nuevas ideas, posibilidades o incongruencias. A veces tiene dificultades para trabajar con otros, por manejar un lenguaje no verbal y por tener dificultad para explicar cosas o poner conceptos en palabras. Aprende tomando la iniciativa, sintetizando, explorando diferentes posibilidades, basándose en la intuición y en el autodescubrimiento.

Desde este punto de vista, todos los humanos desarrollamos la corteza cerebral de una manera diferente unos de otros, permitiendo que uno o más cuadrantes sean mejor estimulados que el resto, convirtiéndose en predominantes, lo que termina viéndose reflejado en la personalidad, preferencias y elecciones de las personas.



Hacia la Confiabilidad Multiperfil

Actualmente la Confiabilidad Humana es un esquema altamente dominado como concepto por el hemisferio izquierdo, ya que no hay un autoconocimiento previo del especialista, y sin ello la medición se sesga de manera importante porque se asume a nivel de cálculo el valor.

Por otro lado, el modelo de Herrmann se usa ampliamente en el desarrollo para puestos gerenciales hacia arriba y no existe una estimación de la Confiabilidad que sea tomada como base para su cálculo integral. Es decir, el cálculo se basa

en un proceso de observación de ejecución de tareas, toma de decisiones, gestión, indicadores así como medir los factores humanos que impactan el comportamiento de las personas.

Otra situación que tenemos que abordar es el tener un autoconocimiento de nosotros mismos, que nos lleva a tener claridad de cómo somos, nuestras fortalezas y debilidades, que nos ayudará a identificar las fortalezas en los demás y nos llevará a un esquema de reconocimiento-complemento de los grupos que lideramos y donde somos liderados.

Esto nos va a permitir despertar cada perfil en los momentos requeridos, si detectamos personas que asuman una sola postura sobre una situación, tendríamos que despertar/ activar al “amarillo” para que “salga de la caja” y recuperar la sesión nuevamente con el “Azul”.

Cada elemento de la Confiabilidad Humana debe tener un líder con personalidad y perfil que le permitan coordinar su funcionamiento para cada uno de ellos, así como un grupo que permita su conexión y balance.

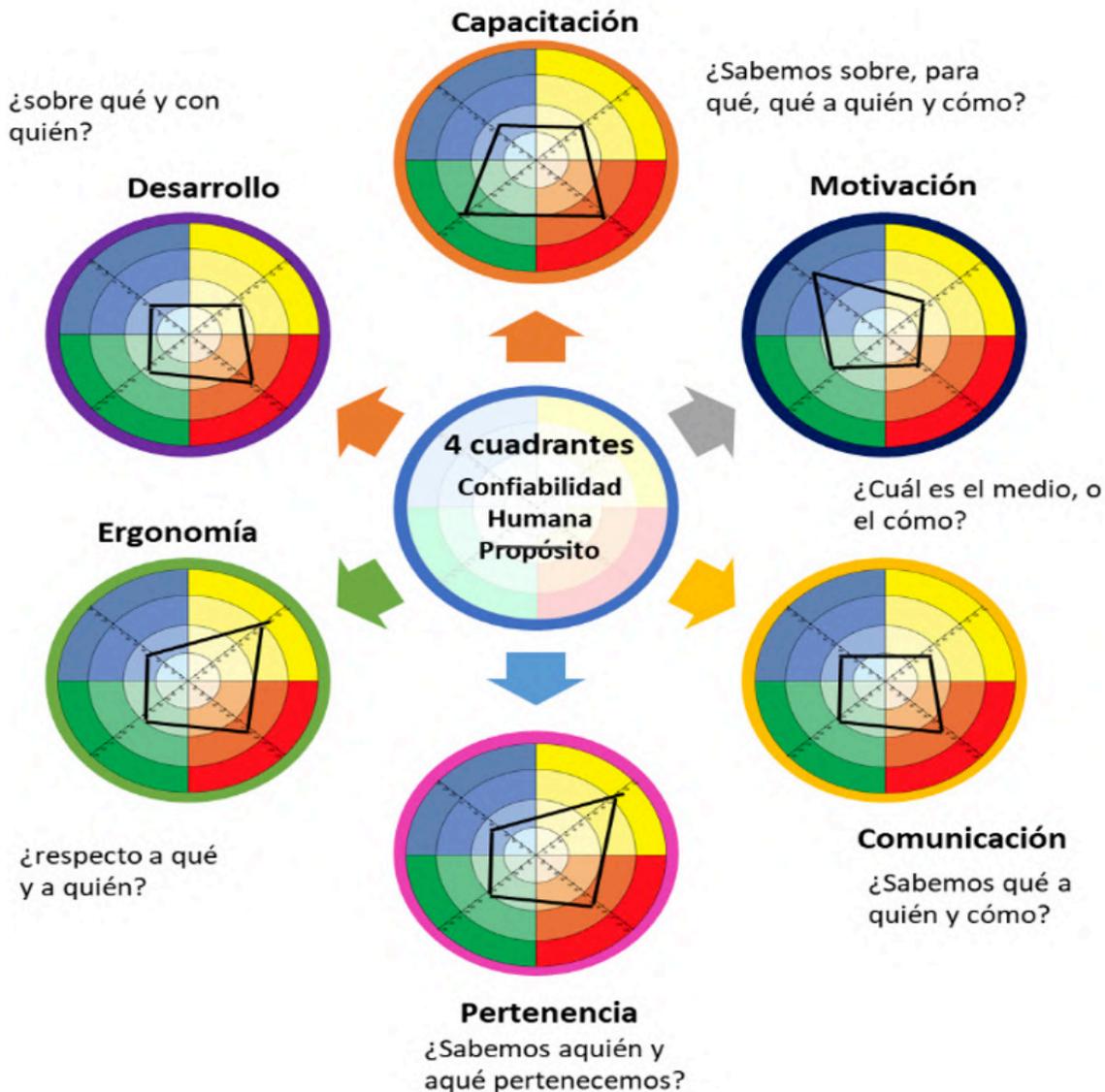


Figura 5. Factores humanos y los cuatro cuadrantes. Fuente: Aguirre & Bautista 2021.

Conocer desde el inicio del proceso de selección cuales son las competencias iniciales requeridas del personal, cual es el mapa de competencias que se irán desarrollando, si el sistema sociotécnico mediante un abordaje psicosocial identifica que factores humanos afectan a todos los subsistemas por igual, si se hace un mapeo de las brechas en el sistema de trabajo, si se colocan las personas idóneas y aptas, hay alta probabilidad de lograr éxito en la función de cada trabajador.

Desde mi enfoque personal, aplicar el modelo de Confiabilidad Multiperfil ayudará a reducir los sesgos actuales en los procesos de

contratación, aumentará el empleo a las personas jóvenes, ayudará en la sostenibilidad del empleo.

Hoy en día se ha saturado el término de Gestión de Activos, ¿pero se garantiza el empleo sostenible, se valora la edad y experiencia del personal en rangos de edad de 40 a 70 años, se prepara de forma sostenible y escalable al personal? Prepararse para esto ayudaría a corto, mediano y largo plazo a las metas y objetivos, también al ambiente de la empresa.

Si una organización tiene el mapa curricular, las competencias, el tiempo definido de evolución y desarrollo sabrá manejar

el proceso de madurez de cada trabajador.

La evaluación correcta de los Factores Humanos que afectan la gestión dentro de un Sistema Sociotécnico debe ser una meta de la Alta Dirección si quiere lograr los niveles de madurez deseada.

Si la organización define su visión organizacional y plasma los pilares fundamentales para cumplirlo, incluyendo aspectos y modelaje matemático, soluciones tecnológicas, gestión de los factores humanos mediante un enfoque de participación social donde todos los niveles construyan, el compromiso con los resultados será

producto del involucramiento de todos.

Un correcto dimensionamiento de los perfiles en la organización garantizará los resultados, este proceso debe tener en cuenta las necesidades de ejecución de las tareas dentro de los procesos que se desarrollan dentro del sistema sociotécnico, esto alimentará e irá ajustando el desarrollo del perfil de las competencias y, el otro aspecto es el impacto que tiene los factores humanos, la correcta sincronización de estos elementos permitirá tener un proceso de desarrollo de los perfiles y competencias ajustado a la Organización.



Figura 6. Importancia del perfil y su interrelación dentro del sistema sociotécnico. Fuente: Aguirre & Bautista 2021.

El perfil dentro de las organizaciones va asociado y se utiliza para identificar las competencias laborales inherentes a una función productiva. Se aplica en la identificación de competencias requeridas en una ocupación. No debe ser un ítem aislado de toda la función productiva.

La Confiabilidad Humana Multiperfil ha contribuido a detectar errores humanos que podrían deteriorar el nivel de seguridad de un sistema. Es decir, error humano y accidente son considerados como síntomas de un disfuncionamiento que no es atribuible en exclusiva a la persona (aptitudes, actitudes, etc.), sino también a las características de su puesto o, más generalmente, de su medio ambiente de trabajo. Es importante saber por qué se producen los errores; cada error es la manifestación de un desajuste entre la persona y el sistema sociotécnico en el que ésta se halla; de este modo, la ejecución o respuesta de la persona en el sistema, se puede mejorar acondicionando ergonómicamente su puesto. El diseño de los sistemas de-

bería basarse en un modelo de conducta humana en términos psicológicos, que considerase las capacidades cognitivas y sus limitaciones; debería tener en cuenta qué factores pueden dar lugar a una respuesta no adaptada y cuáles facilitan la respuesta adaptada a la situación, y tendría que prestar especial atención a la interacción entre los requerimientos de la tarea, del sistema y las características de la persona. Básicamente los diseñadores de sistemas deberían aceptar la variabilidad humana como un elemento del aprendizaje y la adaptación. Como decía Ernest Mach (1905): “El conocimiento y el error parten de los mismos recursos mentales, sólo el éxito distingue lo uno de lo otro”. Se deben diseñar sistemas tolerantes, en los que cuando se produzca un error humano, éste sea detectable y se pueda recuperar antes de que tenga consecuencias inaceptables (NTP 360).

A continuación una imagen del aporte de la Confiabilidad Multiperfil en la reducción de las fallas humanas:

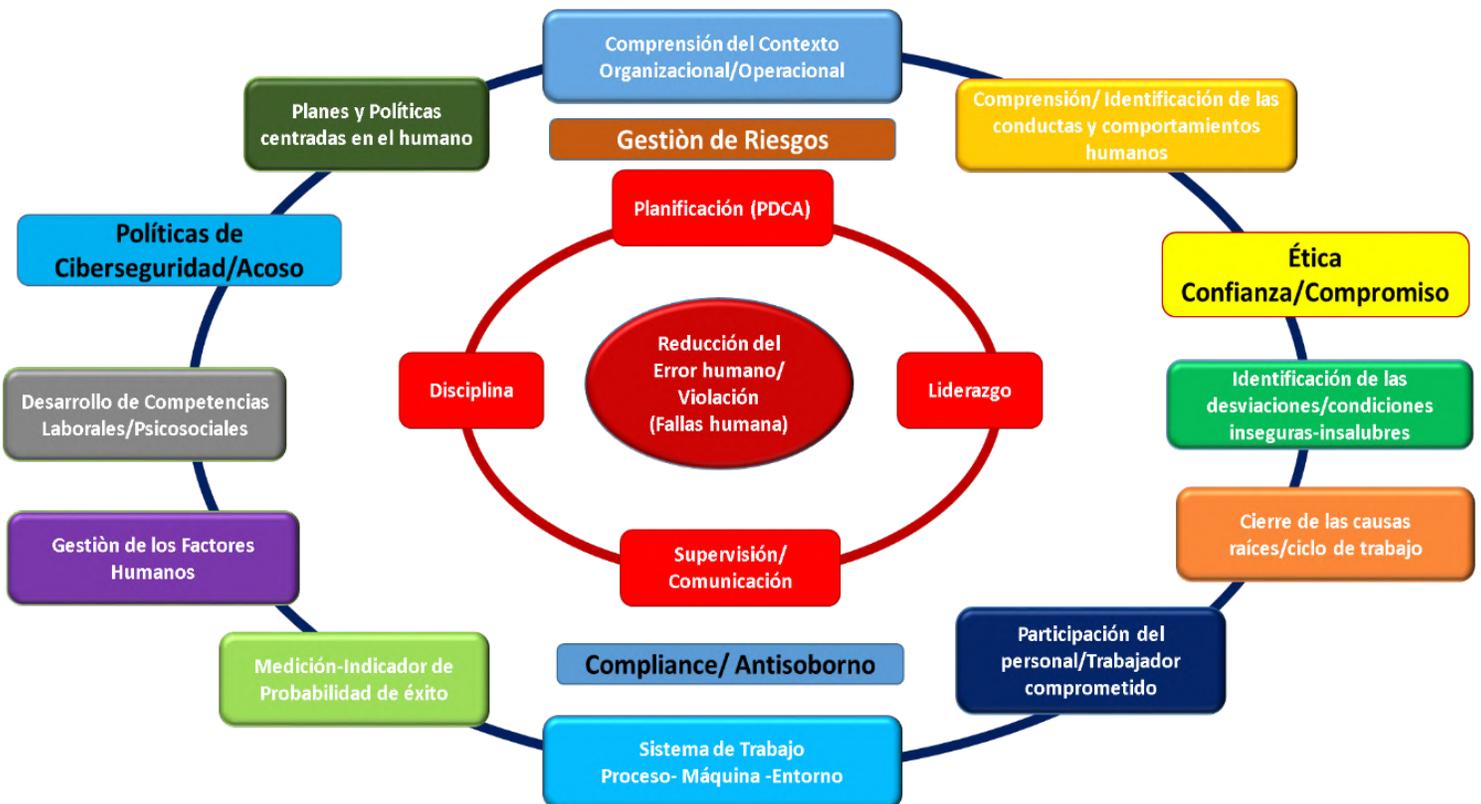


Figura 7. Aspectos que se evalúan desde la Confiabilidad Multiperfil para la reducción de las fallas humanas. Fuente: Aguirre & Bautista 2021.

Conclusión

Podemos concluir que para obtener el resultado deseado en el proceso de abordaje es necesario recoger por escrito todas las informaciones y presunciones del análisis realizadas durante la valoración de riesgos, ya que ambas pueden servir como referencia en fases posteriores de la vida del sistema analizado.

Mediante la aplicación de un proceso de gestión de la confiabilidad humana en todos los niveles de la organización o bien sea en casos específicos como propone la Confiabilidad Multiperfil, ayuda a disminuir la incertidumbre en los roles y responsabilidades.

Algunos estudios son inadecuados en este aspecto, ya que especifican sólo “modos de error externo” o su expresión en el árbol de fallos/sucesos (por ejemplo, “la persona no responde a la alarma”). Sin embargo, resultan de gran interés las presunciones del analista así como el por qué este suceso pudo ocurrir (demasiadas alarmas presentes, ausencia de la persona, altos niveles de



Figura 8. Beneficios de la evaluación de la Confiabilidad Multiperfil. Fuente: Aguirre & Bautista 2021.

estrés, etc.). También es útil considerar qué mecanismos internos (psicológicos) pueden llevar a la persona al error, pues constituyen una información muy útil cuando se necesita reducir la probabilidad de error. Por analogía con los componentes técnicos, esto equivale a conocer lo que ha fallado (por ejemplo, una bomba), lo que ha causado el fallo (por ejemplo, el exceso de velocidad) y cómo se ha manifestado el fallo (por

ejemplo, ruptura de la bomba). A no ser que dicha información se recoja por escrito, el análisis es poco comprensible y útil para futuros usuarios del mismo y la información se pierde del sistema de memoria colectiva. Consecuentemente, si en un futuro se modifican los procedimientos o el diseño del sistema, puede que la información sobre los errores, que debería considerarse durante dicho cambio, sea omitida.

Además, como el análisis probabilístico de riesgos se realiza periódicamente, tiene sentido el documentar todos los razonamientos de todos los análisis y de esta forma, el análisis de confiabilidad humana puede repetirse y ponerse al día, sin tener que empezar desde cero. Es por ello que la importancia de la evaluación de la Confiabilidad Multiperfil y lo que aporta en la organización, tal como lo indica la Figura 8.

Le dejamos esta frase: “La Confiabilidad Multiperfil incide en un mejor entorno y ambiente de trabajo, un mejor pensamiento, un mejor comportamiento, un mejor proceso y un mejor resultado”. (Aguirre & Bautista, 2021)
La Confiabilidad Multiperfil es un término inducido al estudio de los sesgos cognitivos que afectan la calidad en la toma de decisiones en los sistemas sociotécnicos, es un concepto propuesto por Rogelio Bautista y Adrián Aguirre producto del estudio de más de una década en los diversos sectores industriales y procesos productivos de la Gestión de la Confiabilidad Humana.

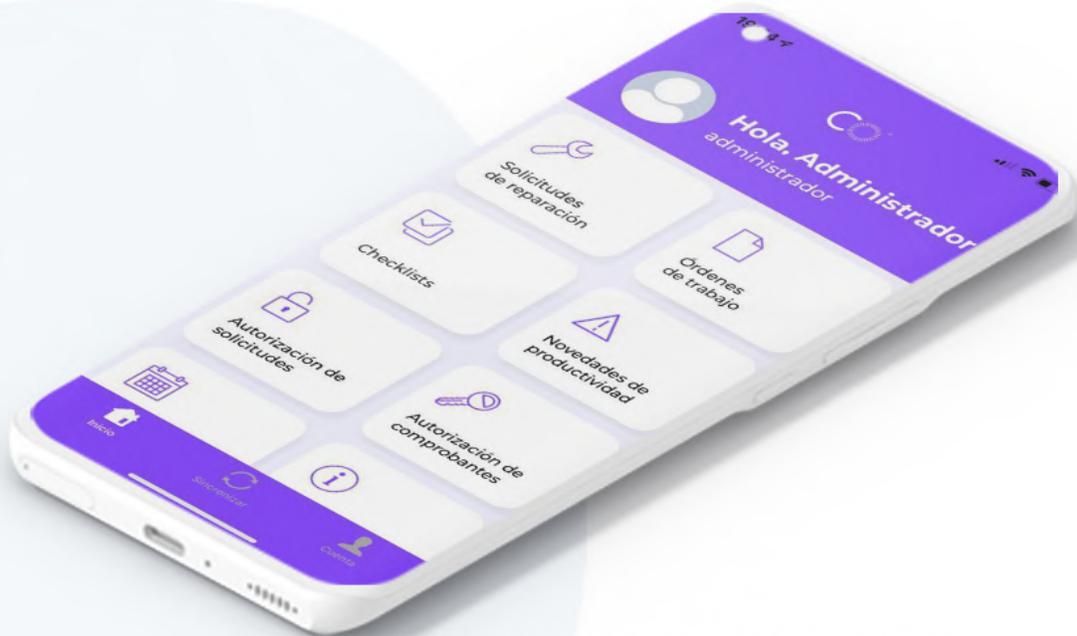
Referencias

1. Velásquez B, Remolina N, Calle M. El cerebro: un mundo de posibilidades para el aprendizaje. Colombia: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca; 2006.
2. Sperry, R. Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres. In F.J. New York : Academic Press; 1973.
3. MacLean, P. The triune brain evolution. New York: Plenum Press; 1990.
4. Herrmann, S.L. M. The creative brain. Búfalo: Brain books; 1989.
5. Norma técnica de Prevención 360: La Confiabilidad Humana.
6. Norma HSG 48: Reducción del error humano en los procesos industriales.
7. Norma API 770: Guía para la Gerencia de los Errores Humanos en los procesos industriales.

¿Necesitas optimizar el área de mantenimiento?

Consuman es la solución N°1 para planificar, hacer seguimiento y optimizar la gestión de activos de tu empresa.

100 % en la nube, fácil de usar y rápida de implementar.



Con Consuman podrás:

Recopilar, analizar y actuar sobre los datos de mantenimiento con informes bajo demanda.

Contar con herramientas móviles para todos los usuarios.

Gestionar presupuestos, compras y stock.

**Tengas la empresa que tengas,
hacemos que todo funcione.**

Integraciones y desarrollos específicos para adaptarnos a tu organización.

Hablemos:
ventas@consuman.com
www.consuman.com



Juan Pedro Maza Sabaleta

Miembro del Comité Ejecutivo
de AEM (Asociación Española
de Mantenimiento)

jpmazas@gmail.com



El mantenimiento y la productividad





En tiempos de crisis no suele aparecer una clara unanimidad sobre cuáles sean las medidas correctoras que ayuden a salir de ella. Eminentes catedráticos de economía aconsejan unas actuaciones concretas y otros colegas, también eminentes, aconsejan las contrarias. Gobiernos, organismos internacionales, bancos, sindicatos, patronales y muchos más, hablan, proponen, se contradicen... hasta que aparece la recuperación y, entonces, sí lo explican bien. En esos momentos de incertidumbre son frecuentes las voces que, como una ayuda a la recuperación, proponen la reducción del coste de mantenimiento. Es el momento en el que al responsable de mantenimiento se le plantea una situación de muy difícil manejo. Por lo general, reducir esos costes supone dejar de hacer ciertas actividades previstas, retrasar una revisión importante hasta el año próximo; en

definitiva, ese responsable se imagina una tétrica situación para dentro de unos años. Sin embargo hay una propuesta que puede ser fácilmente aceptada ya que es común a la globalidad de las actividades productivas: *incrementemos la productividad de mantenimiento*.

Hace unos dos años se publicó un estudio en una amplia muestra de empresas que puso de manifiesto la baja productividad con que, en general, se desarrolla la actividad de mantenimiento; y esto sucedía independientemente de los sectores que se tomen en consideración. En un trabajo de mantenimiento se realiza una amplia serie de actividades: recibir instrucciones, preparar los medios y herramientas necesarios, desplazarse al lugar del trabajo y volver, preparar ese lugar para la intervención y su posterior ordenación y limpieza y, por supuesto, la actuación misma sobre el ele-

mento a intervenir, sea por mantenimiento preventivo o por motivo de una reparación. Sin embargo, son muchas las situaciones que se presentan durante el desarrollo del trabajo que, en principio, no estaban previstas, pero a las que el especialista de mantenimiento tiene que dedicar un tiempo. Por ejemplo, ha de esperar a que el personal de operación le entregue el equipo en cuestión (a pesar de que en muchos casos emitieron la orden de trabajo como urgente), si es un trabajo mecánico, ha de esperar a que el electricista aparezca para desconectar la alimentación, luego ha de esperar porque el vehículo que debía llevarle algún elemento no acaba de llegar, ha de esperar porque no aparece el plano o el esquema de despiece, ha de esperar porque en el almacén de repuestos hay cola de espera o no encuentran el repuesto que necesita, ha de esperar por el permiso de

trabajo o las instrucciones, ha de esperar porque no se definieron bien las medidas de seguridad necesarias, y ha de esperar al terminar el trabajo para que se le asigne a otro...

Esperar y esperar. Esta suele ser la principal actividad de mantenimiento.

Normalmente, las organizaciones no tienen una idea clara de lo que significa esta situación. Cuando por primera vez, en una auditoría de mantenimiento, se hace un muestreo de trabajo (work sampling) es muy frecuente que los resultados encontrados sean desalentadores. En una muestra significativa de estudios nunca he visto ningún resultado de productividad superior al 40%. Y el estudio a que nos hemos referido anteriormente corrobora esta experiencia personal. El tiempo realmente empleado en la actividad de mantenimiento es menos de la mitad del tiempo de presencia de sus ejecutantes. Pero claro, a los



especialistas de mantenimiento no podemos hacerlos responsables de tan baja productividad. Es la propia organización (no solo de mantenimiento) la que provoca esta situación. Hay un enorme desconocimiento o, al menos, una falta de aplicación de las técnicas de *planificación y programación* de mantenimiento. Y, por supuesto, no se suele tener conciencia de la situación en la que se está. Por ejemplo, es habitual en todos los mantenimientos que, a primera hora de la mañana, todo el personal esté a la espera de que se le asigne el trabajo concreto que han de acometer. De manera que se van incorporando a la tarea de forma sucesiva y, en algunas organizaciones, puede emplearse un tiempo de una hora o más en esta distribución. Pues bien, en las experiencias que he vivido, si la organización se lo propone,

puede conseguir que al finalizar la jornada cada especialista tenga asignado cuál va a ser su próximo trabajo al incorporarse a la mañana siguiente. Y son las propias organizaciones de Mantenimiento y Operación las que se resisten a esa actuación. Pueden presentarse imprevistos que obliguen a romper lo programado. No pasa nada. Se rompe. Pero conseguir esta primera meta suele transformarse en un incremento de la productividad de entre un 8% y un 12%.

Planificación y programación son las herramientas de que dispone mantenimiento para conseguir un claro incremento de la productividad. Son herramientas que, además de conocerse, han de contar con el apoyo decidido de los responsables, no solo de mantenimiento, sino del conjunto de la organización.

Pero, puestos a ello, con la voluntad y el conocimiento necesarios, pasar del 40% al 60% se puede conseguir en un tiempo no muy largo. ¡Y eso supone un incremento del 50% de la productividad! Asimilándolo bien, si la mano de obra es el 70% de los costes de mantenimiento, la mejora se traduce en una disminución de casi el 24% de los costes. Y por otra parte, al ser un trabajo planificado, es seguro que será de una mejor calidad, lo que redundará en mejorar la disponibilidad de las instalaciones, en una reducción de costes adicionales...

Podemos concluir que bajar los costes de mantenimiento no es un buen objetivo. Perfeccionar la planificación y programación de mantenimiento conducirá a una clara reducción de costes directos e indirectos de mantenimiento.

Seminario Digital Industria 4.0

Descubra cómo las nuevas tecnologías trabajan en pro de la eficiencia en gestión de sus activos, ofreciéndole las ventajas de la Industria 4.0. Pongamos toda inteligencia a trabajar.



2 septiembre

8:00 a 11:45 | CO/PE/EC/PA/MEX

9:00 a 12:45 | Chile

Via Streaming

Regístrate en
www.solex.biz/seminario-digital-industria-4-0

¿Cómo serán las fábricas dentro de una década?

La transformación progresiva hacia la Smart Factory

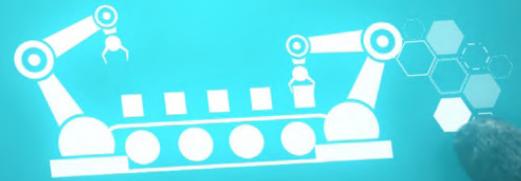


Control System

System

Performance

Daily Target





Toni Laserna García

Experto en Transformación

Digital en la Industria

tlaserna@logikaservices.com

<https://applitechgnosis.website/>



Este artículo es el primero de varios a modo de capítulos, donde se visionará cómo serán las fábricas a 10 años vista (centrándonos en las de estampación).

*Lo haremos pronosticando desde el punto de vista de TECNOLOGÍAS, pues la **Industria 4.0** o Cuarta Revolución Industrial va principalmente de tecnologías disruptivas; pero también de PERSONAS con talento, y de qué perfiles y habilidades requerirán estas futuras fábricas inteligentes.*

Estructuraremos los capítulos tecnológicos bajo las 3 etapas principales de cómo una fábrica evolucionará desde a día de hoy hasta transformarse progresivamente en una fábrica inteligente (**smart factory**). Y también considerando el vector de Automatización avanzada, así como las infraestructuras IT & Telecom & CiberSeguridad.

La Industria 4.0 va de tecnologías disruptivas y personas con habilidades concretas.

Más información: [Los 3 estados de transformación progresiva](#)

No hay un único estado actual común en todas las fábricas. Cada una de ellas ha ido evolucionando estos últimos 20 años, implementando gradualmente nuevas tecnologías de la 3ª revolución industrial.

E incluso, dentro de una misma fábrica, no suele existir una homogeneización tecnológica. Por ejemplo, en el mundo Estampa-

ción para la Automoción es muy normal encontrarte con fábricas con **Sistemas de Gestión de Almacén (SGA)** más o menos fiables (“lo que debería haber en el almacén Vs. lo que realmente hay”) pero es menos frecuente ver implementaciones de **Sistemas de Mantenimiento (GMAO)** o **Sistemas de Monitorización & Control de la**

producción (MES). Haciendo un símil con la industria automovilística, el parque de coches en España incluye vehículos de hace 15 años hasta los actuales vehículos cargados de sensores y cámaras para aparcamiento en automático, control de velocidad de cruce, luces en automático, etc. Todos conviviendo en la ciudad y carreteras.

Dentro de una misma fábrica no suele existir una homogeneización tecnológica.



Por último, existen otros aspectos que justifican la actual heterogeneidad de las fábricas de estampación. No es lo mismo una planta capacitada para estampación de piezas grandes respecto refuerzos y piezas pequeñas, o líneas de estampación bajo bobina que alimentación en formato, o con procesos de estampación en caliente respecto los convencionales

en frío, o estampar aceros respecto aluminio, por ejemplo. Todo ello condiciona muchísimo la tipología de fábrica, tecnologías 3.0 que dispone y qué necesitará en un futuro para aumentar la competitividad de fabricación.

Por este motivo es una falacia el vender a modo de “receta única” una hoja de ruta universal para cualquier fábrica

de cómo debe pasar de ser una planta productiva convencional a una fábrica Smart. Lamentablemente empiezan a haber “vendedores de elixires de la juventud” pero esto no va de una pastilla mágica que vale para todo y para todos.

Estamos hablando de proyectos “a la carta” porque cada fábrica es un mundo, eso sí, bajo una metodología y un plan maestro

como el que el autor plantea en esta serie de artículos: proyectos de **digitalización** de la fábrica, proyectos de **conectividad** y proyectos de dotar de inteligencia autónoma; junto a proyectos de automatización / robotización de las operaciones y, por último, dotar a la fábrica de infraestructuras IT-Telecomunicaciones-CiberSeguridad (Tecnologías “Cross”).

No existe una hoja de ruta universal para convertirse en una Smart factory.

Los artículos que se proponen son genéricos pero centrados al sector de la estampación, que lógicamente tiene sus singularidades respecto la inyección de plástico, por ejemplo. Ambos tienen sus propias diferencias pero con aspectos comunes pues son procesos de manufactura cíclicos, lo cual implica que algunas de las tecnologías 4.0 que se detallarán sean válidas para ambos sectores y otros. Pero no “reutilizables” en plantas con procesos continuos como cementeras, refinerías, etc.

Capítulo 1

¿Cómo serán las fábricas del futuro?

En el 2030, ¿cómo serán las fábricas de estampación de componentes metálicos para las carrocerías de vehículo?

Se plantea solamente a 10 años vista porque si tratamos de visualizar más allá... quién sabe si los coches se seguirán carroceando con materiales metálicos dados los nuevos materiales que ya se están

desarrollando, o las nuevas maneras de producción (fabricación aditiva / Impresión 3D por ejemplo). O dada la evolución imparables del vehículo eléctrico-conectado-compartido-autónomo, ¿se requerirán elementos estructurales muchísimo más ligeros (como propone la estampación en caliente) y con métodos de conformación y

de unión más simples, alejándonos de matrices, estampación y soldadura?

Pensando en que evolucione de una manera incremental y no disruptiva, bajo innovación de procesos y no de producto, todo apunta a que las fábricas de estampación y soldadura que serán competitivas en el 2030 dispondrán de:

1. Sistemas de **alimentación en automático**, desde el proveedor de materia prima (sobre todo bobinas) suministrando en **JIT (Just in Time)** y entregando el material hasta la cabecera de la prensa.
2. Para ello, será indispensable disponer de un sistema de control de la producción integrado al sistema de planificación y su aprovisionamiento de materias primas.
3. Una flota de **AGV** y otros vehículos autónomos que gestionen automáticamente todo el movimiento en interno de la planta (logística inHouse).
4. Sistema de cambio automático de las matrices, eliminando actividades manuales que son ineficientes en cuanto a productividad y Eficiencia General de los Equipos (**OEE**) de las prensas.
5. Un sistema inteligente que en función de las características del material en la prensa (información que suministrará el proveedor de materia prima junto al suministro físico), la prensa realice en automático los ajustes necesarios de sus parámetros, para producir correctamente sin defectos. Eliminando así los ajustes de prensa que son realizados a día de hoy de manera manual.
6. Una monitorización a tiempo real e inteligente, basada en un sistema "**Gemelo Digital**", que controle todas las variables del proceso de estampación (considerando también los consumos energéticos), conforme están en los umbrales correctos.
7. Un **control total de la calidad** del producto acabado, mediante la inspección en línea y a ciclo productivo para el 100% de las piezas y el 100% de su geometría, basado en **Visión e Inteligencia Artificial** a final de cada línea de estampación.
8. Respecto al mantenimiento de este parque de maquinaria tan sofisticada, será necesario de un sistema total de **sensorización** de matrices y prensas, de manera que sean éstas quienes informen al equipo humano a nivel predictivo.



SDT Training es nuestra plataforma online de entrenamiento en confiabilidad dedicada a enseñar y a empoderar a los ingenieros de confiabilidad a través de nuestros cursos, webinaris gratis, artículos, y comentarios en blogs.

Esenciales de Ultrasonido™ 1 es un curso de 25 módulos llenos de información y recomendaciones útiles para cualquier nivel de técnico de monitoreo de condición; pero particularmente útil para aquellos comenzando su jornada en la confiabilidad

Quien Deben Tomar Esenciales de Ultrasonido™

- * Gerentes de Planta
- * Supervisores de Turno
- * Inspectores de Ultrasonido
- * Planeadores de Mantenimiento
- * Lideres de Confiabilidad
- * Técnicos de Monitoreo de Condición
- * Técnicos
- * Mecánicos
- * Electricistas
- * Operadores



Haga clic abajo en el link para registrarse y aprender mas. Utilice el codigo **Predictiva21** para el 50% de descuento en **Esenciales Ultrasonido™ 1!**



Ultrasound
Solutions

escuchar mas



Cálculo de cantidad de grasa para la re-lubricación periódica de rodamientos



José Páramo

Presidente y Fundador de Grupo Techgnosis

joseparamo@grupo-techgnosis.com

www.grupo-techgnosis.com



Explicación Teórica

El exceso de grasa en un rodamiento incrementa la temperatura de operación y puede ocasionar un daño al rodamiento. Por otro lado, la falta de lubricación es un factor determinante para la falla del rodamiento.

Los fabricantes de rodamientos han establecido una fórmula para calcular la cantidad necesaria para re-lubricar un rodamiento basados en las dimensiones del mismo. Fórmula para calcular la cantidad de re-lubricación cuando la grasa se alimenta desde la lateral (Figura 1):

$$\text{Grs} = 0.005 * D * B$$

Donde:

Grs = Cantidad en gramos a dosificar (considerar que la densidad promedio de las grasas es de aproximadamente 1 gr/cm³, por lo cual 1gr ~ 1cm³)

D = Diámetro exterior del rodamiento, mm

B = Ancho del rodamiento, mm

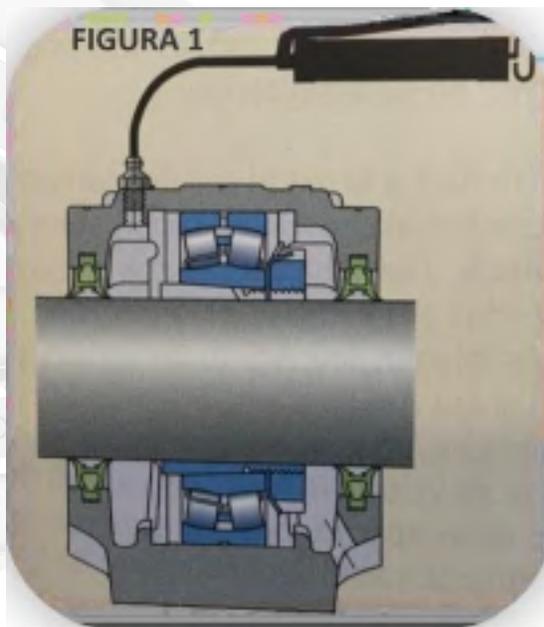


Figura 1

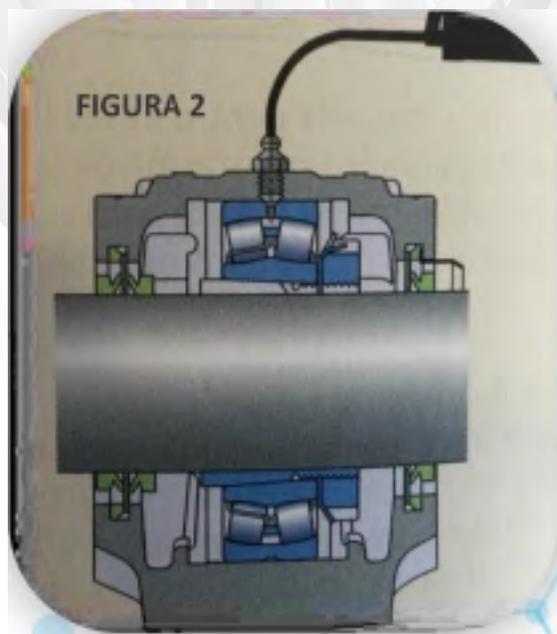


Figura 2

Fórmula para calcular la cantidad de re-lubricación cuando la grasa se alimenta desde el aro exterior o interior (Figura 2):

$$\text{Grs} = 0.002 * D * B$$

Donde:

Grs = Cantidad en gramos a dosificar (considerar que la densidad promedio de las grasas es de aproximadamente 1 gr/cm³, por lo cual 1gr ~ 1cm³)

D = Diámetro exterior del rodamiento, mm

B = Ancho del rodamiento, mm

Ejemplo de aplicación práctica

Calcular la cantidad de grasa necesaria para re-lubricar este rodamiento (6214).

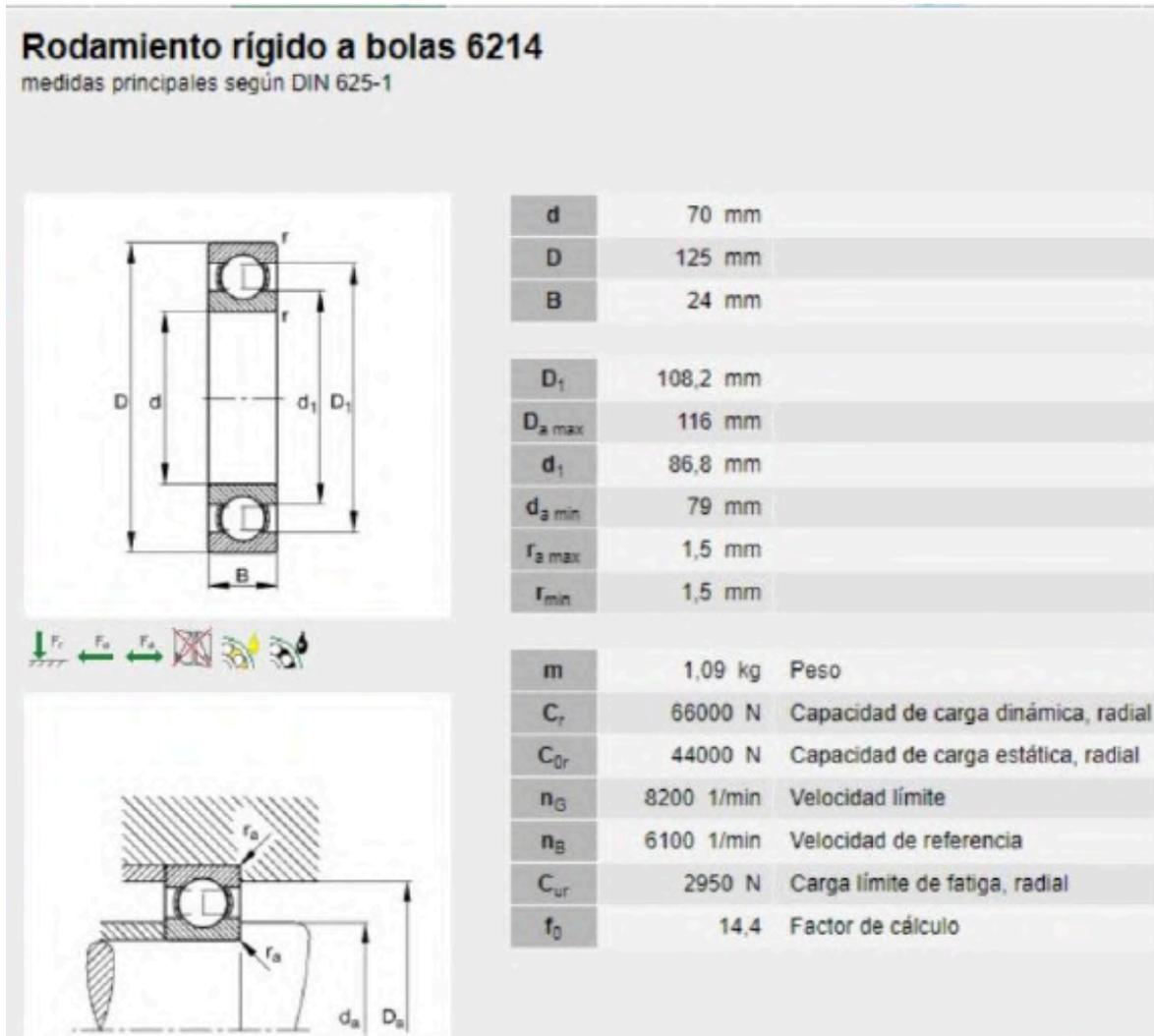


Figura 3

$$\begin{aligned} \text{Grs} &= 0.005 * D * B \\ \text{Grs} &= 0.005 * 125 * 24 \\ \text{Grs} &= 15 \end{aligned}$$

Nota:

Considerando que la densidad promedio de las grasas es 1 gr/cm³, debería de añadirse 15 gramos, que corresponden, aproximadamente a 15 disparos de una bomba de engrasar manual.

CALCULO DE LA CANTIDAD NECESARIA PARA LA RE-LUBRICACION DE RODAMIENTOS

Referencia de cálculo: Manual SKF

Technosis



Diámetro exterior del rodamiento (D), en mm	125
Ancho (Bore) del rodamiento (B), en mm	24
Si la grasa es alimentada por la lateral (Referencia: Figura 1) entonces los gramos de grasa a dosificar (1 gr de grasa es aproximadamente un 1 cm ³ y es igual a 1 bombazo manual)	15
Si la grasa es alimentada directamente por el aro exterior o interior (Referencia: Figura 2), entonces dosificar:	6

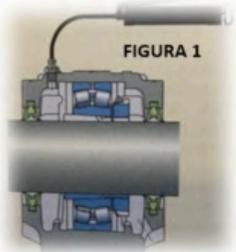


FIGURA 1

La cantidad adecuada de grasa para la re-lubricación desde el lateral de un rodamiento (Fig. 1) se obtiene mediante la fórmula: $G_p = 0.005 DB$ y para la re-lubricación a través del aro exterior o interior (Fig. 2), con la fórmula: $G_p = 0.002 DA$. Donde: G_p = gramos de grasa, D = Diámetro exterior del rodamiento en mm y B = Anchura total del rodamiento (para los rodamientos axiales se debe usar la altura -H- en mm)

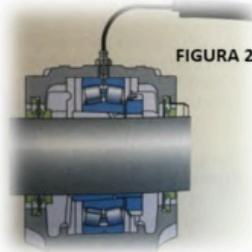


FIGURA 2

GRUPO TECHGNOSIS - LUBRICACION DE PRECISION

Abrir archivo de [Excel adjunto](#).

Paso #1. Capturar el Diámetro Exterior del rodamiento, D en mm. Celda amarilla.

Paso #2. Capturar el ancho del rodamiento, B en mm. Celda amarilla.

Paso #3. El programa le indicará la cantidad de grasa a dosificar para la relubricación. Celda verde.

Paso #4. Consultar “[Cálculo de frecuencias de re-lubricación de rodamientos](#)” para determinar cada cuando deberá de suministrarse la **cantidad calculada de grasa para la re-lubricación periódica de rodamientos**.

Referencias

1. Páramo, José. Tribología Centrada en Confiabilidad RCTI- Lubricación de Clase Mundial bajo Metodología RCT publicada por Grupo Technosis.
2. Páramo, José. Gestión Tribológica de Activos. Publicado por Asset Tribological Management, S.A. de C.V.
3. Manual SKF.

Gestión Tribológica de Activos, Transmisiones industriales

OBJETIVO

Asegurar la salud tribológica de estos importantes activos de la industria para incrementar su ciclo de vida e incrementar la confiabilidad de los mismos.

DIRIGIDO A

A todas aquellas empresas que tengan equipo rotatorio Lubricado: Manufactura en general, Minería, Generación de Energía, Industria de Autopartes, Armadoras, Ingenios Azucareros, Flotas de Transporte, Industria del Papel, Industria del Vidrio, Industria de Alimentos, Embotelladoras, Plantas de Fabricación de Cerveza, Plantas de Cemento, Fabricantes y Distribuidores de Lubricantes, Industria del Plástico, Industria del Hule y Producción de Neumáticos, Industria de la Construcción, Transporte Marino, Ferrocarril, Aviación, Rolado de Aluminio, Laminación de Acero Inoxidable, Petroquímica, Refinerías de Petróleo, Explotación de Crudo, Empresas con TPM, etc.

Al personal de Lubricación, Operadores de Maquinaria y Equipo, personal de Mantenimiento, Supervisores y Gerentes de producción, Supervisores y Gerentes de Mantenimiento, Gerentes de Planta, Vendedores de Lubricantes, Profesionales de la Lubricación, Técnicos de compañías de Lubricantes, Ingenieros de Confiabilidad, Estudiantes y maestros en las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial, Mecatrónica y carreras afines, Gerentes de ventas de lubricantes y Personal de laboratorio de Análisis de Aceite.

Profesionales de la Lubricación, Personas Certificadas como RCT I, RCT II, RCT III, por TICD, o como MLT I, MLT II, MLA I, MLA II o MLE por el ICML, o bien por STLE.

CONTENIDO

DURACIÓN: 6 HORAS

1. LUBRICACIÓN

1. Selección de tipo de aceite (mineral vs sintético, PAO y PAG) y sistema de aditivos
2. Cálculo de la viscosidad en base a guía AGMA
3. Cálculo de la viscosidad con Modelo de Errichello
4. Cálculo de la viscosidad en base al Modelo Crook & Archard y Ubbelohde – Walter
5. Instalación de accesorios para la administración de la lubricación
6. Lubricación 4.0

2. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

1. Objetivo de limpieza ISO 4406
2. Selección de tamaño de filtro
3. Cálculos y selección de la eficiencia o Tasa Beta o Tasa de Penetración del Filtro
4. Instalación de accesorios para administración de la contaminación
5. Control de la contaminación 4.0

3. ANÁLISIS DE ACEITE

1. Límites de Precaución y Límites Críticos en base a ISO 14830:2019 (aditivos, número ácido, viscosidad, oxidación, partículas sólidas ISO 4406, agua por Karl Fischer, metales contaminantes y metales de desgaste (Fe, Cu, Sn, Pb, Cr, etc.))
2. Instalación de puertos de muestreo en base a referencias ISO 14830:2019 y ASTM
3. Cálculo de las frecuencias de muestreo por 3 métodos: Criticidad del Activo, Guía ISO 14830:2019 e ISO 18436-4 CAT II y en base a curva P-F con ecuación de probabilidad / confiabilidad de Poisson. Ejercicio Practico de Interpretación del Reporte de Análisis de Aceite con el Método experto Alfa-ABCDE-Omega
4. Monitoreo de Condición - Análisis de Aceite 4.0

4. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

1. Cálculos de ahorro de energía por uso de aceites sintéticos vs minerales
2. Cálculos de ahorros por uso de lubricantes de alto desempeño (HPL): mano de obra, vida de los aceites, disposición ecológica, etc.
3. Ejemplo de cálculo de beneficios de la lubricación expresados en términos financieros VPN - Valor Presente Neto, TIR - Tasa Interna de Retorno y PPI - Período de Pago de la Inversión, considerando la TMR - Tasa Mínima de Retorno de la empresa

La sensibilización de la seguridad en las operaciones



Richard Zamora
Ejecutivo Senior en
Logística-Operaciones
y Docente Universitario
rzamoray@outlook.com



- En las últimas décadas, la Seguridad Industrial tuvo un auge vertiginoso; impulsado por el desarrollo de implementación de los Sistemas de Gestión en las diferentes Industrias a nivel Internacional.
- Se crearon ordenamientos que a través de la historia han regulado las condiciones de Seguridad e Higiene Industrial.



Los accidentes en las operaciones

- Cuando hablamos de accidentes, hablamos de personas y familias, de vidas, expectativas, sueños y esperanzas, por lo que la meta debe ser de cero accidentes fatales; es una dimensión ética en que todos debemos comprometernos. La ocurrencia de los accidentes laborales es un fenómeno preocupante.
- De acuerdo con estimaciones de la ACHS, en Chile mueren -en promedio- 05 trabajadores por semana producto de estos eventos, siendo los sectores Industrial (36%), Maderero/forestal (14.3%) y el de Construcción (10.9%) los que más están expuestos a accidentes graves y/o fatales.
- Según la Organización Mundial del Trabajo (OIT), cada 15 segundos fallece un trabajador por causa de un accidente o enfermedad laboral y, en el mismo lapso, 153 trabajadores sufren accidentes. Eso significa que cada día mueren 6,300 personas.
- A nivel latinoamericano la situación no es diferente:
 - En Perú, se recibieron 162 notificaciones de accidentes de trabajo mortales en 2017.
 - En el mismo año, en México se accidentaron 47 personas cada hora.
 - En Colombia, en los primeros cinco meses de 2018 se reportaron 10.500 accidentes laborales, de los cuales 8 fueron fatales.
- Aparte de las pérdidas humanas -que, sin duda, tienen una gran importancia-, existen otros daños en relación con la pérdida monetaria que sufren las organizaciones, los cuales deben ser reconocidos y evaluados. (Fuente: ZYGHT HSE Technology).

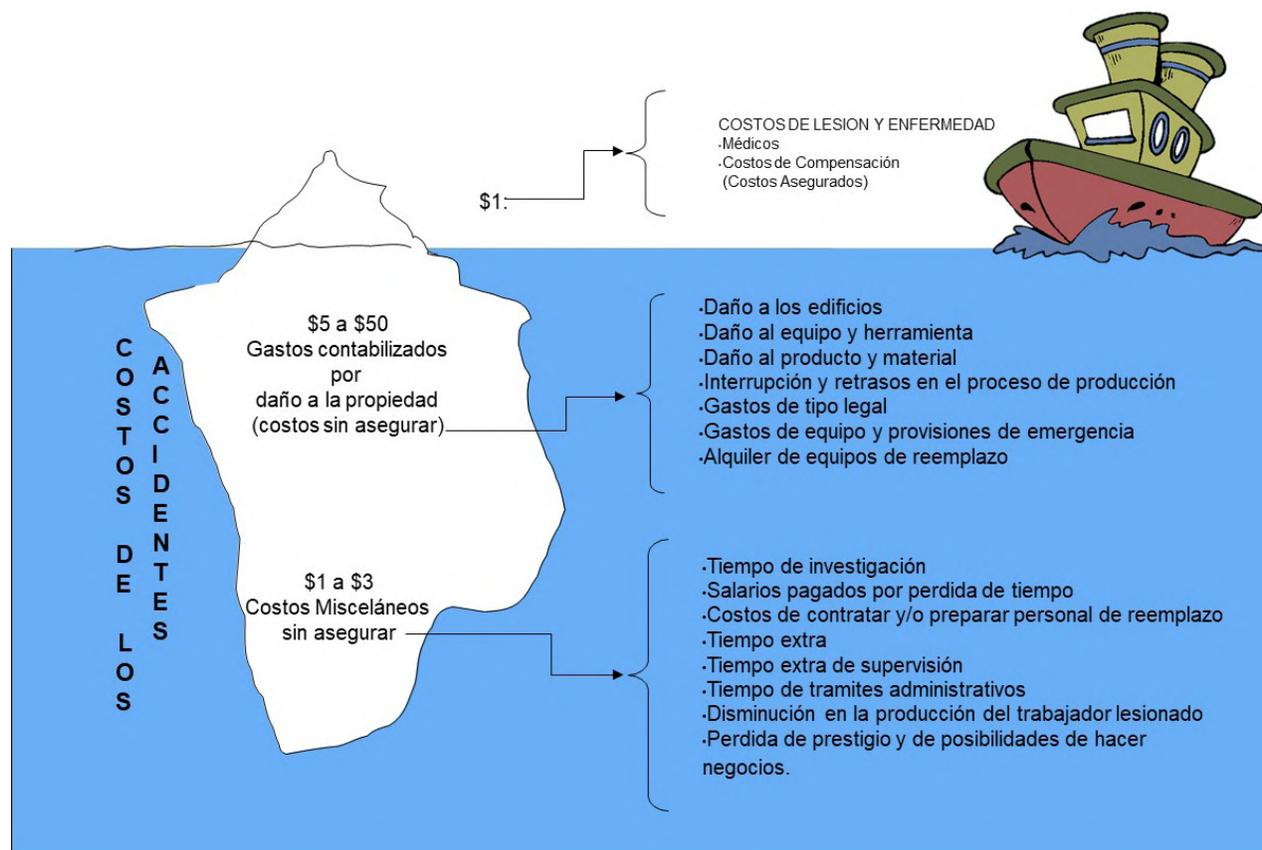


Figura 1

Iceberg de los costos producidos por los accidentes

- La frecuencia de los accidentes resulta más costosa de lo que parece. Esto es porque este tipo de sucesos conlleva gastos que no son evidentes, pero que constituyen una pérdida real de las utilidades de la empresa.
- En ese sentido es preciso distinguir dos tipos de costos:
 - **Costos directos:** Son aquellos que involucran tanto a la prevención como el post accidente, y se relacionan con las compensaciones al trabajador. Por ejemplo, las aportaciones por concepto de seguro de riesgos o indemnizaciones.
 - **Costos indirectos:** Son el conjunto de pérdidas que sufren las empresas producto de los accidentes laborales, como el tiempo perdido de la jornada laboral, los daños causados en instalaciones, maquinaria o equipo, la pérdida en materia prima, la financiación de la investigación, el deterioro de la imagen corporativa, la pérdida de clientes o riesgos psicosociales en la organización, entre otros.

SAP



Reliabytics

Solución de APM Basada en Analíticas que permite lograr:



3% - 35%

Reducción de incidentes



5% - 20%

Aumento de Productividad



2% - 6%

Aumento de Disponibilidad



5% - 10%

Reducción de Costos de Inventario



10% - 40%

Reducción Mtto. Reactivo

Gestión estratégica de costos de mantenimiento

(Parte 1)



Lourival Tavares
Consultor en Ingeniería de
Mantenimiento
l.tavares@mandic.com.br



Franklin Nonato
Ingeniero Especialista de Mantenimiento,
Confiabilidad y Predictibilidad en NTS
(Nova Transportadora do Sudeste)



La gestión de costos es una de las acciones más importantes y antiguas de la gestión empresarial. Tales técnicas tuvieron desarrollos relevantes a lo largo de los siglos. Cualquiera que sea la especialidad del negocio, es importante controlar los gastos del proceso o servicio, incluso los agrícolas. A principios de la década de 2010 se empezaron a hablar en dos temas que hoy por hoy están muy presentes:

- **La cuarta revolución industrial o Industria 4.0.**
- **Gestión de activos.**

Ambos temas son muy relevantes en la gestión empresarial, la Industria 4.0 aborda las principales herramientas tecnológicas que ayudan a gestionar el negocio, la Gestión de Activos busca maximizar el valor agregado de los activos, trabajando con la integración, gestión de riesgos y finanzas de la empresa.

En este artículo empezamos a cubrir la gestión de los costos por el mantenimiento, por lo que la atención se centrará en tal función. Inicialmente se presentarán conceptos administrativos, a continuación traemos conceptos y casos sobre “Capital Expenditure” (CAPEX) y Operational Expenditure (OPEX). Terminando el artículo con una iniciación en Retorno de la Inversión (ROI), dejando así la conversación abierta a la continuidad en futuros artículos, ya que el tema de costo es muy extenso⁽¹⁾.

Muchos hablan de gestión de activos, pero desconocen el concepto real de Activos. Se pueden adoptar diferentes enfoques de conceptualización, por ejemplo, ISO55000 y administración.

Sin embargo, el punto de coincidencia es que el Activo es siempre lo que aporta valor al negocio. En su libro “Padre rico, padre pobre”, Robert T. Kiyosaki⁽²⁾ define la diferencia entre un activo y un pasivo, así como la diferencia entre inversión y gasto. Un activo es la aplicación de recursos para generar riqueza. Un pasivo es lo que consume los recursos de la riqueza. El propósito de este enunciado es simplificar el concepto según el cual, de donde se toman los recursos para aplicarlos al activo, ya sea en la adquisición de una nueva planta industrial, equipo, instrumento o incluso en la gestión del mantenimiento de los que se encuentran ya en funcionamiento.

El éxito empresarial radica en maximizar la rentabilidad, por lo que los costos de producción siempre deben ser los más bajos y los ingresos siempre más altos. En este contexto, especialmente en los sectores industriales, es importante comprender cuánto se gasta en materias primas, materiales, empleados y equipos. Desde las primeras empresas manufactureras de la primera revolución industrial hasta los años 60, el equipo era robusto, diseñado para tener una larga vida, causaba pocos problemas, pero tenía un gran impacto en la producción. En ese momento, el costo de la mano de obra operativa tenía una participación relevante en la composición de los costos de producción, ya que el número de empleados necesarios en las líneas de producción era muy grande.

Después de los años 60, los recursos tecnológicos de detección, automatización y electrónica comenzaron a aparecer en las industrias manufactureras. Así, con el desarrollo de computadoras, robots y máquinas-herramienta NC, se hizo posible fabricar una gran variedad de productos en pequeñas cantidades, reduciendo el ciclo de vida de los activos y cambiando las estrategias de gestión de costos⁽³⁾.

En el nuevo siglo, el número de empleados necesarios en las líneas de producción para operación y mantenimiento del equipo ha ido disminuyendo con el tiempo. La gestión y administración empresarial cambió con más recursos tecnológicos, accesibilidad (debido a internet) y con cada vez menos necesidad de interfaz humana, lo que en consecuencia redujo el número de operadores en las industrias. Algunos sectores tuvieron más representación en este cambio experimentado, que fue el inicio de la cuarta revolución industrial, donde el principal sector que se visualizó fue el automotor. La composición de los costos de producción también estaba cambiando. Cerca de la década de 2010, hay más registros de estudios estadísticos sobre costos de producción.

Hasta la década de los 90, la participación de la composición representada por la mano de obra en el costo total rondaba el 40%, alcanzando más del 50% en algunos sectores. En la década de 2000, este valor porcentual de mano de obra en el costo total bajó al alrededor de 10%. La Tabla 1 ilustra esta descomposición, señalando que, considerando el margen de error de los datos recolectados por Hernández y otros⁽⁴⁾ muestran ganancias o pérdidas en los resultados finales a partir de 2000. Esto se debe a que el precio de venta ya no lo impone el fabricante, como en décadas anteriores, sino el mercado. Este número destaca la importancia de la gestión de costos en la rentabilidad del negocio.

Tabla 1. Composición de los costos de producción, evolución de 1970 a 2000. Fuente: Hernández et al. (2001).

¿QUÉ HA CAMBIADO O SIGUE CAMBIANDO EN LA COMPOSICIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN?		
Variables	Años 70/80	Actualidad
Automatización de las empresas	Poco	Mucho
Materiales directos registrados c/exactitud	50%	50%
M.Obra directa registrada con exactitud	40%	10%
Mantenimiento y Logística distribuidos con margen de error del orden de 20%	10%	40%
Margen de error debido a los criterios de prorrateo	2%	8%
Costo real	98 al 102	92 al 108
Competencia en el mercado	Baja	Alta
Margen de ganancia	Elevada (≈ 50%)	Reducida (≈ 5%)
Precio de venta	150%	105%
Lucro (perjuicio)	48% al 52%	13% al (3%)

Gestión Estratégica de Costos
José Hernández; Luis Martins; Rogerio Guedes - Editora Atlas - 2001

Nonato y Tavares⁽⁵⁾, con base en información de encuestas realizadas hasta 2017 en diversos sectores industriales, describen que los costos promedio de mantenimiento en relación a los ingresos de la empresa, en 2017, rondaron el 6.5%, lo que representa que 6.5% de lo que la empresa recibe de la venta de sus productos y/o servicios se gasta en mantenimiento de equipos de proceso o servicio, agregando mano de obra, materiales, contratos y cualquier otro gasto. De esta cantidad, el porcentaje relativo con mano de obra propia en la composición presupuestaria fue del 45%, y los costos de contratación rondaron el 18%.

En cualquier negocio, el activo más importante de la empresa son sus activos humanos. Las personas que impulsan las “marcas” producen calidad y hacen crecer la empresa. Sin embargo, en los tiempos actuales es un hecho real y mensurable que, en las industrias, el número de personas necesarias de operadores para la producción es

mucho menor que lo ocurría hace 50 años. Actualmente, la mayoría de estos empleados se encuentran en mantenimiento. La automatización y la robótica están cada vez más presentes en la operación de las líneas de producción, pero todavía necesitamos mucho del hombre de mantenimiento, ahora con otro enfoque en relación al pasado (más preparado en el área de automatización) para arreglar los robots y componentes de automatización cuando se dañan. La gente, a pesar de ser un número menor, sigue marcando la diferencia.

Con toda esta producción dinámica y automatizada, además de la necesidad del mercado de contar con empresas cada vez más esbeltas a bajo costo, las líneas de producción necesitan ser ininterrumpidas. Las paradas son estratégicas y con poco tiempo, la producción suele ser las 24 horas, los 7 días de la semana. Por lo tanto, el mantenimiento debe ser estratégico y la ocurrencia de

fallas operativas es inaceptable. En este escenario, el mantenimiento dejó de ser, durante mucho tiempo, un centro de gastos y pasó a ser considerado como un centro de beneficios. Por lo tanto, la gestión de los costos de mantenimiento es cada vez más importante para el éxito empresarial.

En la gestión de los costos de producción, existen al menos dos tipos de asignación del dinero gastado: CAPEX y OPEX. Todos los valores monetarios utilizados como inversiones, utilizados con activos, nuevos o para reparaciones mayores, se consideran CAPEX. Estos valores incluyen investigación, desarrollo, planificación, diseño, fabricación, venta, transporte, instalación, puesta en servicio, renovaciones de gran tamaño, desmantelamiento y venta (o eliminación). CAPEX es gastos de capital o inversión en bienes de capital, designa la cantidad de dinero gastada en la adquisición (o introducción de mejoras) de los bienes de capital de una empresa.

El monto gastado en CAPEX será devuelto al inversionista a medida que aumente la rentabilidad de la empresa, este es el concepto fundamental. La recuperación es una indicación del tiempo de recuperación de estas inversiones, que en el pasado tenían un período más largo para este propósito. La cantidad exacta de rendimiento para el inversor se denomina retorno de la inversión (ROI).

OPEX (*Operational Expenditure* = Gastos Operacionales) representa el costo asociado al mantenimiento a los gastos de consumibles y otros gastos operacionales, necesarios a producción y mantenimiento del negocio o sistema operativo de la empresa.

En el pasado **el valor relativo** de CAPEX era muy inferior al del OPEX una vez que los activos tenían larga vida y, por lo tanto, no había mucha preocupación en cuanto a las inversiones hechas sea por costos de adquisición, infraestructura, repuestos asociados, montaje y puesta en marcha.



Figura 1

Con el paso de los años, el tiempo de obtención del OPEX se fue acortando para obtener el Retorno de la Inversión no tanto por el desgaste y si **por la obsolescencia**, generando, como consecuencia, el desarrollo de nuevas estrategias para asegurar la sostenibilidad de la empresa.

Los avances tecnológicos están provocando la necesidad de dedicar más tiempo a la etapa de investigación y desarrollo de los proyectos. Además, el costo de la mano de obra operativa es ahora más bajo que los costos de mantenimiento y logística. Como resultado, el valor relativo que la empresa pasa a tener en gastos con el CAPEX ha aumentado.

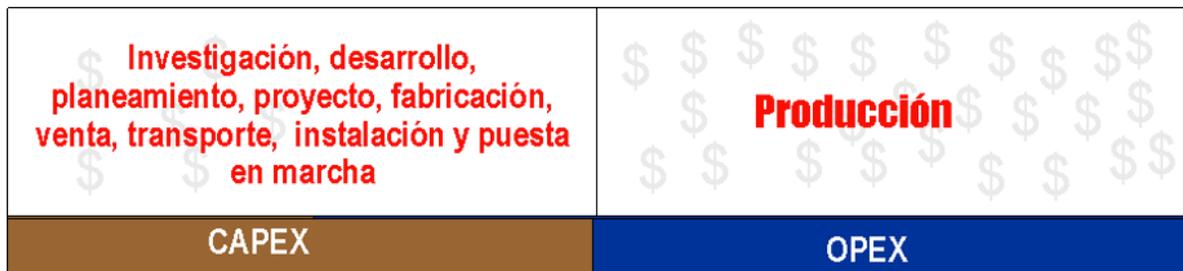


Figura 2

El CAPEX se puede utilizar para generar indicadores de la capacidad de crecimiento de la empresa. Estos indicadores demuestran cómo la salida de efectivo de la empresa se dirige a los activos fijos⁽⁶⁾.

Uno de estos indicadores es el índice de reemplazo de capital, que se calcula dividiendo el CAPEX por la suma de toda la depreciación de los activos de la empresa. Cuando el resultado de esta división es mayor que 1, significa que la empresa se está expandiendo. Cuando el resultado es aproximadamente 1, significa que la empresa está reemplazando su línea de producción a medida que sus activos se deprecian. Sin embargo, si el valor es menor a 1, entonces la empresa no está reponiendo sus activos y tendrá problemas operativos en el mediano plazo debido al envejecimiento de su parque y el costo de mantenimiento tenderá a aumentar mucho.

El otro indicador es el FCLCAPEX (Free Cash Flow) - CAPEX, que es el flujo de caja operativo de la empresa menos

CAPEX, es decir, cuánto generó en operaciones menos lo que invirtió en sus actividades. Cuando este resultado es muy positivo, la empresa está invirtiendo poco en el negocio y no crecerá, pero si el valor es cero o negativo, está invirtiendo todo lo que genera en su negocio.

Ambos indican si la empresa está creciendo o manteniendo su nivel comercial.

Por lo general, las empresas tienen el presupuesto controlado anualmente, pero es importante contabilizar todo el período (y costo) que se utilizó para desarrollar el proyecto y aprobarlo ante la alta dirección, desde el momento en que se inserta y se inicia. Los proyectos grandes pueden tardar más de un año en implementarse, pero el seguimiento anual es la mejor práctica. Cada proyecto debe tener una curva de costos controlada para que el valor predicho se utilice con la máxima precisión. Usar mucho menos de lo esperado no es una buena práctica, ya que demuestra una falta de planificación financiera, y los inversores no han utilizado una canti-

dad que estaba prevista en el proyecto en otras aplicaciones que traerían una mayor rentabilidad.

Por lo tanto, usar más recursos financieros CAPEX de lo esperado es muy malo y debe justificarse, pero usar muchos menos también sigue el mismo enfoque. La gran diferencia, que suele ser alarmante en la cuarta revolución industrial, es el tiempo y costo invertidos en investigación y desarrollo, ya que ahora es necesario prestar más atención a esta etapa del desarrollo de cualquier proyecto.

Cuando el proyecto es entregado al área operativa de la empresa, iniciando producción y generación de facturación, la empresa ingresa al período de gastos con gastos operativos (OPEX). En este momento se intensifica la necesidad de que la gestión se haga de acuerdo con los conceptos de administración y contabilidad. Los gerentes de mantenimiento deben comprender estos conceptos básicos y no solo los conceptos de mantenimiento.

OPEX representa todo lo que la empresa necesita para funcionar y que no forma parte de sus activos. Su valor se calcula dividiendo la suma de todos los gastos de la empresa en relación con su Facturación, normalmente representada en forma de porcentaje. El OPEX es deducible del impuesto a la renta ya que se considera un gasto, mientras que el CAPEX es deducible por su depreciación ya que se considera patrimonio. El OPEX tiene su valor variable según se esté gastando más o menos, con desembolsos según la necesidad operativa de la empresa. **Entre las ventajas de utilizar OPEX en lugar de CAPEX está la obsolescencia por el rápido avance tecnológico** que prácticamente imposibilita la realización de previsiones a largo plazo.

Así como una empresa controla todas las entradas y salidas de dinero con indicadores y controles internos, todos los departamentos de la empresa deben seguir los mismos principios. De esta forma, algunos conceptos básicos son importantes. Los ingresos operativos brutos son todos aquellos adquiridos en un período determinado. Todas las devoluciones e impuestos se restan de esta cantidad para tener ingresos operativos netos. De estos ingresos, según el tipo de actividad empresarial, se resta el costo de producción de los bienes adquiridos o el costo del producto comprado o el costo del servicio prestado para calcular la utilidad bruta.

Para calcular el resultado operativo, que puede ser ganancia o pérdida, todos los gastos administrativos, gastos comerciales, gastos

de depreciación (áreas administrativas y comerciales) y gastos financieros (Impuesto de Operaciones Financieras, intereses, comisiones) deben reducirse de la ganancia bruta, pero todos los ingresos financieros. También hay que sumar los obtenidos con el dinero de la empresa.

En el pasado, las empresas se evaluaban por su patrimonio, es decir, por el capital que habían invertido llamado capital fijo. Hoy se valoran por flujo de caja, independientemente de su patrimonio. Actualmente, cuando una empresa compra otra, la mayoría de las veces está comprando el NEGOCIO, es decir, su capacidad de generar ingresos y no su patrimonio, que en algunos casos puede incluso quedarse con su antiguo dueño⁽⁶⁾.

Por tanto, mirando bajo el

enfoque de Industria 4.0, lo importante es invertir en lo que genera capital. La cantidad invertida en capital tiene más sentido cuando el negocio no es su negocio principal. Desde el punto de vista de la Gestión de Costos de Activos Físicos, enfocado principalmente al mantenimiento, dado que cada vez son más las empresas calificadas para brindar servicios de mantenimiento técnico-especializado, **la opción de utilizar OPEX en lugar de CAPEX puede ser la decisión acertada.**

Un indicador muy importante a ser monitoreado por la empresa es el Retorno de la Inversión (ROI). Teniendo en cuenta que Mantenimiento es un centro de beneficio, todas sus acciones deben generar un ROI, calculado mediante la fórmula.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Ingresos Obtenidos} - \text{Inversión de Capital}}{\text{Inversión de Capital}} \times 100$$

Este resultado es un número que se puede presentar como porcentaje. Es importante destacar que el ROI debe calcularse en un intervalo de tiempo determinado, es decir, su valor depende del período en el que se obtuvo la ganancia.

Por lo tanto, cuando un mantenedor solicita la compra de un nuevo equipo o instrumento, su jefe debe hacerle tres preguntas para aprobar, o no, la compra.

- 1) ¿Cuánto cuesta? (averiguar si el presupuesto se ajusta).
- 2) ¿Cuándo pagarás? (fecha límite para pagar el costo - amortización).
- 3) A partir de entonces, ¿cuánto tendremos que ganar? (ROI).

Si el mantenedor no tiene la respuesta a cualquiera de estas preguntas, el proyecto debe ser desaprobado y la información debe ser recolectada.

La forma en que se gestiona el costo de la empresa es un elemento fundamental para el éxito de la empresa en la competencia, ya que los precios son cada vez más dictados por el mercado, por lo que se diferenciará el que logre producir al menor costo.

Referencias

1. SAKURAY, Mixharu - **Gestión integrada de costos** - Editora Atlas - 1977
2. KIYOSAKI, Robert T. **Pai Rico, Pai Pobre: O que os ricos ensinam a seus filhos sobre dinheiro.** Alta Books Editora, 2018.
3. TAVARES, Lourival Augusto; CALIXTO, Marco; POYDO, Paulo Roberto. **Manutenção centrada no negócio.** 1ª edição. Rio de Janeiro: NAT, 2005.
4. HERNÁNDEZ José; MARTINS Luis; GUEDES Rogerio - **Gestión Estratégica de Costos** - Editora Atlas - 2001
5. NONATO, Franklin da Silva. TAVARES, Lourival A. **ÍNDICES BRASILEIROS DE MANUTENÇÃO: Um benchmarking para o mundo.** Qualitymark, Rio de Janeiro, 2018.
6. GORDILHO, Roberto - CAPEX e OPEX, é importantes saber a diferença - **Youtube** - <https://www.youtube.com/watch?v=4asgkXV5ZC4>



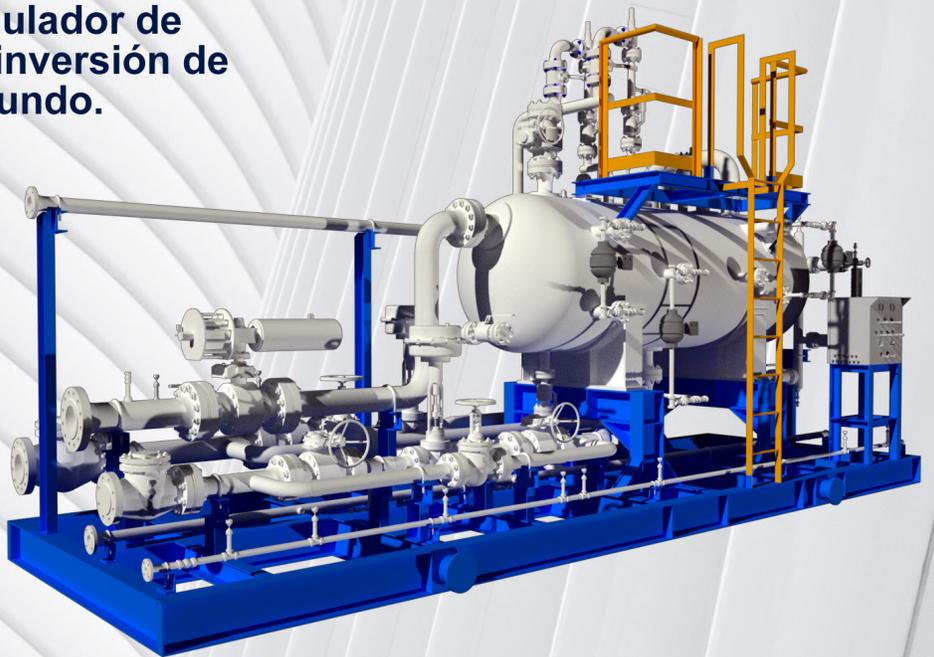
ENETOR

Energy Engineering Simulators

ENETOR, es una empresa de tecnología enfocada en el desarrollo de simuladores de ingeniería para la industria de la energía.

Somos una empresa centrada en el cliente, donde ofrecer soluciones ajustadas a sus necesidades son nuestra prioridad.

Nuestra visión es ser el simulador de ingeniería de proyectos de inversión de capital más confiable del mundo.



Para usar nuestros simuladores contáctanos por el correo inf@enotor.com o suscríbete gratis en nuestra página www.enotor.com



Aprendizaje Automático Supervisado:

Modelo Naive Bayes para clasificación de profesionales de Mantenimiento



Dr. Eduardo Calixto

Eduardo Calixto Consulting
(ECC), CEO & Founder
ec@eduardocalixto.com
www.eduardocalixto.com



1 - Introducción

El Aprendizaje Automático Supervisado (SML) tiene como objetivo clasificar o predecir datos basados en el conocimiento previo de un conjunto de características de datos. Por lo tanto, el SML se puede dividir en dos categorías como Clasificación y Regresión. La Clasificación de Aprendizaje Automático Supervisado (SMLC) tiene el objetivo principal de clasificar los datos basados en las características observadas previamente en un conjunto de datos.

Por lo tanto, el SML tiene muchas aplicaciones para el campo del mantenimiento como clasificar automáticamente la criticidad del equipo, clasificar automáticamente el riesgo de equipos, clasificar el equipo de alto rendimiento o bajo rendimiento, clasificar automáticamente zonas de alarma y otra clasificación aplicada en el campo del mantenimiento. La ventaja principal de tal acercamiento es clasificar automáticamente un número enorme de datos basados en los modelos de SMLC, que permiten reducir la cantidad enorme de tiempo dedicado a actividades de clasificación de datos. Los modelos SMLC más comunes son los siguientes:

- K-Nearest Neighbor (KNN);
- Decision Tree;
- Naive Bayes;
- Linear Discriminant Analysis;
- Support Vector Machine;
- Neural Network;
- Logistic Regression.

Los pasos generales del proceso de aprendizaje automático de clasificación se describen en la Figura 1.

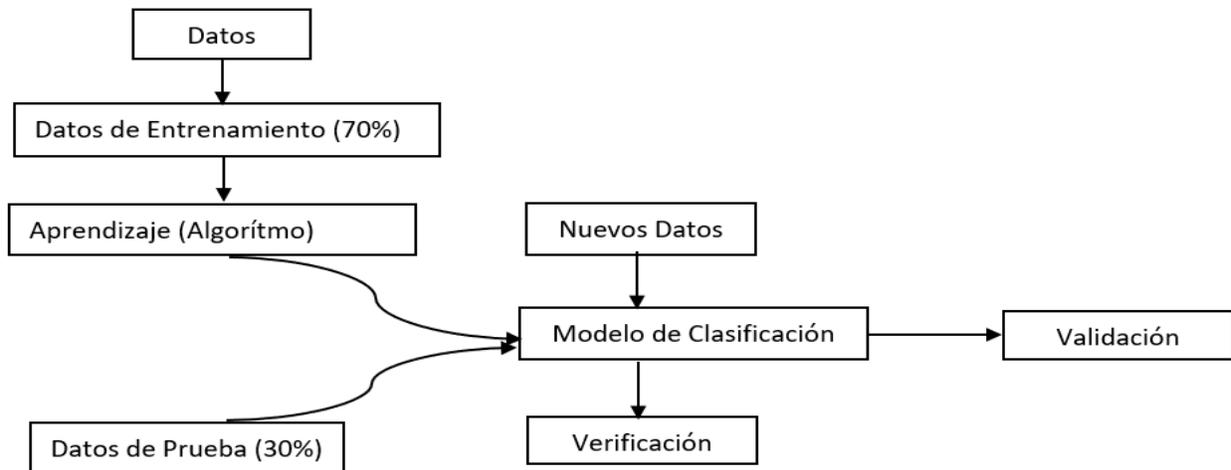


Figura 1. Metodología de clasificación de aprendizaje automático supervisado.

2 – Modelo Naive Bayes

El Naive Bayes es basado en los Principios del Teorema de Bayes. Por lo tanto, vamos a empezar con una introducción sobre el teorema de Bayes, y después, vamos a discutir el método Bayes Naive. El teorema de Bayes define la probabilidad condicional considerando por ejemplo dos eventos A y B, tenemos la ecuación abajo:

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

Y

$$P(B/A) = \frac{P(B \cap A)}{P(A)}$$

Si

$$P(A \cap B) = P(A/B) \times P(B)$$

Y

$$P(B \cap A) = P(B/A) \times P(A)$$

Entonces

$$P(A/B) = \frac{P(A/B) \times P(A)}{P(B)}$$

Donde:

$P(A/B)$ = Posibilidad de que A ocurra, dado que B ha ocurrido

$\frac{P(A/B)}{P(B)}$ = Maxiverosimilitud relacionada con B con ocurrencia de evidencia A

$P(A)$ = Es a priori la probabilidad del evento A

$P(B)$ = Evidencia

Ya que tenemos un punto de datos con i variables y N etiquetas definidas por:

$$(x_i, y_n) \setminus x_i \in \mathbb{R}^d \text{ and } y_i \in \Psi$$

Y una función de aprendizaje definida por:

$$f: \mathbb{R}^d \rightarrow \Psi$$

El objetivo del modelo Naive Bayes es definir la probabilidad de que un dato con características definidas pertenezca a una clase basada en la probabilidad condicional definida por:

$$P(y/x) = \frac{P(x/y) \times P(y)}{P(x)}$$

Donde:
Y = etiquetas
X = variables

Finalmente, para definir el valor de la etiqueta que maximiza la probabilidad de condición tenemos:

$$\text{Argmax}_y P(y/x) = \text{Argmax}_y \frac{P(x/y)xP(y)}{P(x)}$$

$$\text{Argmax}_y P(y/x) \approx \text{Argmax}_y P(x/y)xP(y)$$

Si asumimos la independencia entre la variable, podemos simplificar la probabilidad de la condición para:

$$P(x_1, x_2, x_3 \dots x_n \setminus y) = \prod_j P(x_n \setminus y)$$

Entonces, la probabilidad de que un nuevo punto de datos pertenezca a una clase está definida por:

$$Y_{new} = \text{Argmax}_{y \in \Psi} P(y) \prod_j P(x_n \setminus y)$$

Este modelo se llama “Naive” debido a la suposición de independencia entre las variables. Vamos a ver el próximo ítem la aplicación práctica del modelo Naive Bayes.

3 – Caso práctico: Clasificación de profesionales de Mantenimiento en “Experto” y “No Experto”

Para entender el método Naive Bayes, vamos a demostrar un ejemplo clásico aplicado para el equipo de mantenimiento que siempre necesita clasificar a sus empleados en expertos o no expertos en mantenimiento. Con el fin de clasificar los antecedentes técnicos de los empleados como por ejemplo:

- Nivel de Educación (Técnico, Graduado, Maestría, Doctorado).
- Nivel de Experiencia (Años).
- Número de informes técnicos.
- Número de certificaciones de mantenimiento.

En la Tabla 1 se resumen los criterios para clasificar al profesional de mantenimiento como experto. Sin embargo, para ser clasificado como experto, la profesión debe tener al menos dos criterios clasificados como alto o, uno como alto y otro como muy alto.

Tabla 1. Criterios de clasificación profesional del mantenimiento.

Nivel de Educación		Nivel de Experiencia (Años)		Número de informes técnicos		Número de certificaciones	
Doctorado	4	Muy Alto	15 < MA ≤ 20	Muy Alto	15 < MA ≤ 50	Muy Alto	8 < MA ≤ 10
Maestría	3	Alto	10 < A ≤ 15	Alto	10 < A ≤ 20	Alto	5 < A ≤ 8
Graduado	2	Medio	5 ≤ M ≤ 10	Medio	5 ≤ M ≤ 10	Medio	2 ≤ M ≤ 5
Tech	1	Bajo	< 5	Bajo	< 5	Bajo	< 2

3.1 – Caso Práctico: Modelo Naive Bayes - Datos y Aprendizaje

Ahora que los criterios para clasificar un profesional de mantenimiento en experto o no experto, es necesario obtener una muestra de empleados y aplicar tal clasificación. Sobre la base de esa clasificación, un grupo de empleados de mantenimiento

se clasifica como “Experto” y “No Experto” como muestra la Tabla 2. El siguiente paso es probar el modelo Naive Bayes para clasificar otro grupo de empleados automáticamente de otra planta en la misma empresa.

Tabla 2. Mantenimiento Clasificación de expertos y no expertos.

Nivel de Educación	Nivel de Experiencia (Años)	Número de informes técnicos	Número de certificaciones	Clase
1	20	20	10	Experto
3	5	4	2	No Experto
4	5	3	1	No Experto
2	15	11	2	Experto
1	10	35	9	Experto
3	5	5	2	No Experto
2	14	22	3	Experto
2	8	30	3	Experto
3	4	4	1	No Experto
4	3	2	2	No Experto
3	2	3	1	No Experto
1	10	6	9	No Experto
1	12	3	4	No Experto
3	13	3	3	No Experto
2	12	25	4	Experto
4	20	12	1	Experto
1	13	22	4	Experto

Al definir un conjunto de datos de empleados, el Método Naive Bayes se aplica para clasificar el profesional de mantenimiento como “Experto” y “No Experto”. Antes del modelo de entrenamiento, el conjunto de datos descrito en la Tabla 2 se divide en los datos de entrenamiento (70%) y los datos de prueba (30%).

La Figura 2 muestra el resultado gráfico de la clasificación basada en el Naive Bayes. El eje X representa el número de informe de mantenimiento y el eje Y representa el nivel de experiencia profesional en años. Los otros aspectos también se considera-

ron en la clasificación, sin embargo, para representar un gráfico 2D, los parámetros deben ser seleccionados. En el color azul se representa el profesional clasificado como "Experto" y en el color rojo se clasifica la profesión como "No Experto".

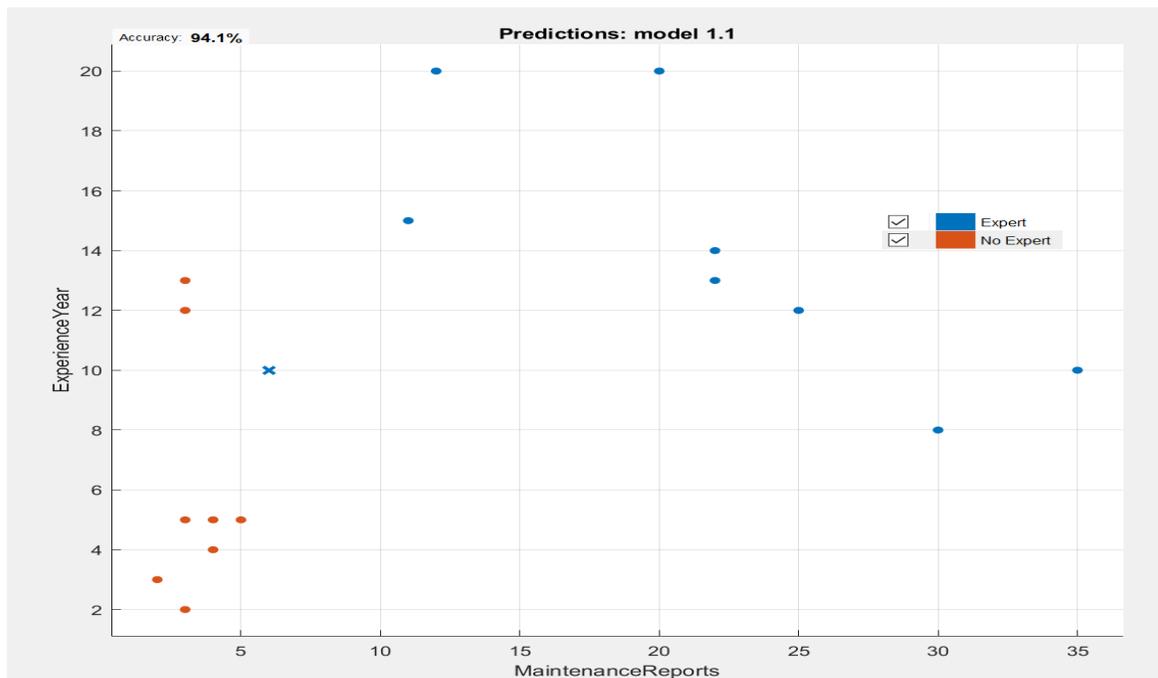


Figura 2. Resultado de la clasificación profesional de mantenimiento de Naive Bayes.

En la Figura 2 hay un profesional mal clasificado, que justifica la precisión del modelo Naive Bayes de 94,1% en este caso. La clasificación errónea puede llevar a una conclusión errónea y el riesgo de clasificar a un profesional de mantenimiento como "No experto" cuando es un experto.

De hecho, es un riesgo normal que plantea en este tipo de clasificación no importa si estamos utilizando un modelo A.I o lo hacemos manualmente.

Sin embargo, cuando un gran número de profesionales necesitan ser clasificados para un nuevo puesto, por ejemplo, el Modelo Bayes Naive clasifica al profesional de mantenimiento en segundos. Eso es una gran ventaja porque la clasificación manual puede tomar horas, días o semanas.

De hecho, uno de los temas más críticos en la selección profesional para un puesto de trabajo es el proceso de clasificación que hace que este proceso de selección tarde mucho tiempo, lo que es doloroso para el participante y los reclutadores.

3.2 – Caso Práctico: Modelo Naive Bayes – Verificación

En cuanto a la verificación de la clasificación, como se ha indicado anteriormente, la Figura 3 muestra la matriz de confusión con una sola clasificación errónea resaltada en rosa, donde un experto de mantenimiento que es “No Experto” es predicho por el Modelo Bayes Naive como “Experto”.

La matriz de confusión, o matriz de error, muestra el porcentaje de clasificación adecuada considerando todas las posibilidades. El tipo de clasi-

ficación en la matriz de confusión es el siguiente:

Verdaderos positivos (TP): Son el número de variables positivas predichas que son positivas basado en la clasificación real. En este caso son los profesionales de mantenimiento predichos clasificados como “Expertos” que son “Expertos”.

Falsos positivos (FP): Son el número de variables positivas predichas que son negativas basado en la clasificación real. En este caso son los profesio-

nales de mantenimiento predichos clasificados como “Expertos” que son “No expertos”.

Verdaderos negativos (TN): Son el número de variables negativas predichas que son negativas basado en la clasificación real. En este caso son los profesionales de mantenimiento predichos clasificados como “No Expertos” que son “No Expertos”.

Falsos negativos (FN): Son el número de variables negativas predichas que son positivas basado en la clasificación real.

En este caso son los profesionales de mantenimiento predichos clasificados como “No Expertos” pero son “Expertos”. Para verificar la precisión del modelo Naive, se aplican los índices de verificación tales como accuracy (exactitud), recall (sensibilidad) y precision (precisión).

La exactitud se puede definir como la ración de predicción verdadera (TP+TN) dividida por todas las clasificaciones como muestra la siguiente ecuación:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Aplicando esta ecuación basada en el resultado de la Matriz de Confusión descrito en la Figura 3 tenemos:

$$Accuracy = \frac{8 + 8}{8 + 8 + 1 + 0} = 94.11\%$$

El recall puede definirse como la relación entre el número total de positivos verdaderos (TP) dividido por el número total de clasificados verdaderos (TP+TN).

$$Recall = \frac{TP}{TP + TN}$$

Aplicando esta ecuación basada en el resultado de la Matriz de Confusión descrito en la Figura 3 tenemos:

$$Recall = \frac{8}{8 + 8} = 50\%$$

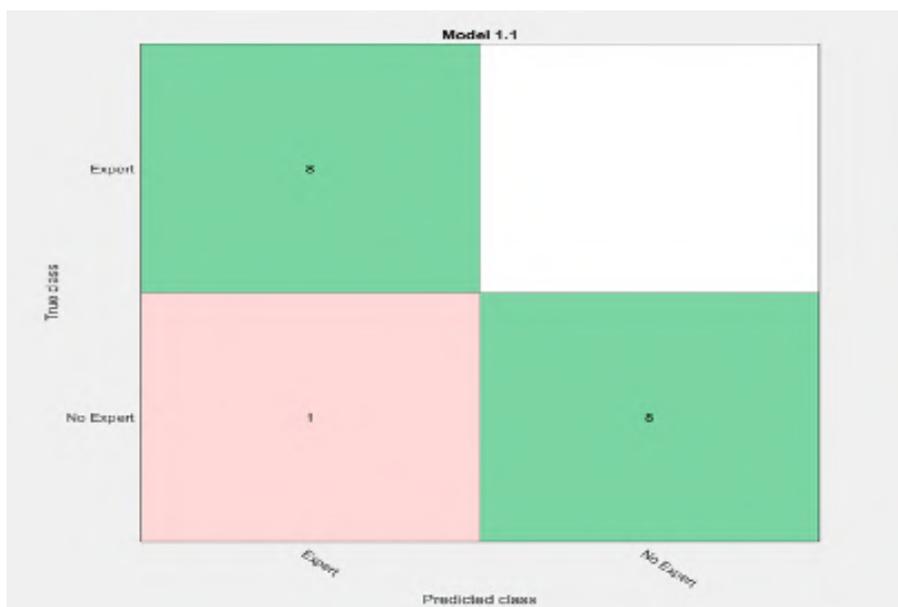


Figura 3. Matriz de confusión del modelo ingenuo de Bayes.

Por último, la precisión se define como la relación entre el número total de positivos verdaderos (PT) y el número total de positivos clasificados (TP+FP).

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

Aplicando esta ecuación basada en el resultado de la Matriz de Confusión descrito en la Figura 3 tenemos:

$$Precision = \frac{8}{8 + 1} = 88.88\%$$

3.3 – Caso Práctico: Modelo Naive Bayes – Validación

Con el fin de validar el modelo ingenuo aplicado a la clasificación profesional de mantenimiento, vamos a probar la clasificación de datos para otro grupo de profesionales como se describe en la Tabla 3. Supongamos que la empresa quiere contratar a un nuevo experto en mantenimiento y utilizará los mismos criterios y modelo presentados anteriormente. En este cuadro el primer profesional tiene nivel de educación de graduación, tiene alta experiencia, tiene un alto nivel de informe técnico, pero tiene bajo número de certificaciones. ¿Cuál es la clasificación para este profesional de mantenimiento? ¿"Experto" o "No Experto"?

Para responder a esta pregunta, se aplica la siguiente ecuación:

$$Y_{Exp} = \text{Argmax}_{y \in \Psi} P(Exp) \times P(Ed \setminus Exp) \times P(Ex \setminus Exp) \times P(MR \setminus Exp) \times P(LC \setminus Exp)$$

Sobre la base de la Tabla 3, podemos calcular las siguientes probabilidades:

$$P(Exp) = 0.47$$

$$P(Gr \setminus Exp) = 0.5$$

$$P(HighExp \setminus Exp) = 0.5$$

$$P(High MR \setminus Exp) = 0.375$$

$$P(LowC \setminus Exp) = 0.25$$

Los valores finales del profesional de Mantenimiento se clasifican como "Experto" es:

$$Y_{Exp} = P(Exp) \times P(Gr \setminus Exp) \times P(HEX \setminus Exp) \times P(HMR \setminus Exp) \times P(LC \setminus Exp)$$

$$Y_{Exp} = 0.47 \times 0.5 \times 0.5 \times 0.375 \times 0.25 = 0.023$$

El siguiente paso es hacer el mismo cálculo para la clasificación de No Experto como sigue.

$$Y_{NExp} = \text{Argmax}_{y \in \Psi} P(NExp) \times P(Ed \setminus NExp) \times P(Ex \setminus NExp) \times P(MR \setminus NExp) \times P(LC \setminus NExp)$$

Sobre la base de la Tabla 3, podemos calcular las siguientes probabilidades:

$$P(NExp) = 0.53$$

$$P(Gr \setminus NExp) = 0.11$$

$$P(HEX \setminus NExp) = 0.22$$

$$P(HMR \setminus NExp) = 0.11$$

$$P(LC \setminus NExp) = 0.66$$

Los valores finales de la clasificación profesional de Mantenimiento como "No experto" son:

$$Y_{NExp} = P(NExp) \times P(Gr \setminus NExp) \times P(HEX \setminus NExp) \times P(HMR \setminus NExp) \times P(LC \setminus NExp)$$

$$Y_{NExp} = 0.53 \times 0.11 \times 0.22 \times 0.11 \times 0.66 = 0.0018$$

Desde entonces,

$$Y_{Exp} > Y_{NExp}$$

Por lo tanto, el profesional de mantenimiento se clasifica como "experto". Sin embargo, el mismo proceso de cálculo debe realizarse para los otros dieciséis profesionales de mantenimiento. Al buscar la solución MATLAB en la Figura 3, este profesional también fue clasificado como "Experto", el primero en la lista superior.

```
>> yfit = trainedModel.predictFcn(Expert4)

yfit =

17×1 categorical array

Expert
No Expert
No Expert
Expert
No Expert
No Expert
Expert
Expert
No Expert
Expert
No Expert
Expert
No Expert
No Expert
No Expert
```

De hecho, en la vida real, cientos o miles de perfiles profesionales de mantenimiento deben ser evaluados y clasificados como "Expertos" y "No Expertos". Utilizando el algoritmo del modelo Bayes Naive en el software de MATLAB (u otro lenguaje) es posible clasificar automáticamente a los nuevos profesionales y averiguar, cuáles de ellos son expertos como muestra el resultado.

Figura 4. Validación del modelo Naive Bayes.

La Tabla 3 resume el resultado que valida el primer modelo para clasificar un nuevo grupo de profesionales de mantenimiento en "Experto" y "No Experto". La quinta columna muestra la clasificación prevista basada en el algoritmo Naive Bayes en el MATLAB y la sexta columna muestra la clasificación real. Sólo había una clasificación falsa, donde el modelo predijo un profesional como experto, pero en realidad, sobre la base de los criterios definidos que no es un experto y necesita ser clasificado como un "No Experto". Sin embargo, eso no es un problema en absoluto porque en la práctica ese perfil profesional será revisado y se detectará que no es un experto. El problema aquí es cuando el algoritmo clasifica a alguien como un "No Experto" cuando en realidad él o ella es un "Experto", pero eso no sucedió en el modelo propuesto.

Tabla 3. Resultado de la validación del modelo Naive Bayes.

Nivel de Educación	Nivel de Experiencia (Años)	Número de informes técnicos	Número de certificaciones	Clase	Clase Real
2	11	12	1	Experto'	Experto
2	11	3	2	No Experto'	No Experto
3	4	2	1	No Experto'	No Experto
1	16	12	2	Experto'	Experto
1	9	6	3	No Experto'	No Experto
3	5	5	2	No Experto'	No Experto
2	13	21	2	Experto'	Experto
2	7	25	1	Experto'	No Experto
3	6	7	2	No Experto'	No Experto
4	24	23	2	Experto'	Experto
3	3	5	2	No Experto'	No Experto
4	11	7	9	Experto'	Experto
1	11	2	3	No Experto'	No Experto
3	13	3	3	No Experto'	No Experto
3	11	5	2	No Experto'	No Experto
4	15	7	2	No Experto'	No Experto
2	12	6	3	No Experto'	No Experto

4 - Conclusión

El Modelo Bayes Naive se puede aplicar a diferentes tipos de clasificación y predecir la probabilidad de que un nuevo dato pertenezca a una de estas clases. Siempre habrá la posibilidad de clasificación errónea para cualquier tipo de modelo de aprendizaje automático, pero con seguridad mediante la aplicación de este modelo, el número de trabajos manuales se reduce drásticamente, así como el nivel de confianza de los aumentos de clasificación. El Modelo Naive Bayes también se puede aplicar como verificación de una clasificación manual. Las ventajas del modelo Naive Bayes son:

- Fácil de implementar y aplicar a diferentes casos como la clasificación de texto.
- Naive Bayes requiere una pequeña cantidad de datos de entrenamiento para estimar los datos de las pruebas.
- Menos esfuerzo de preparación de datos.

Los inconvenientes del modelo Naive Bayes son:

- Tiene la fuerte hipótesis de independencia variable.
- Si la variable categórica tiene una categoría en el conjunto de datos de prueba, que no se observó en el conjunto de datos de entrenamiento, entonces el modelo asignará una probabilidad 0 (cero). En este caso, debe añadirse una unidad de cada conjunto de datos.

6 Ediciones

240 USD

Adquiere tu espacio
publicitario en

PREDICTIVA21

ventas@predictiva21.com

**Anuncia tu
Empresa
aquí**

¿Cómo medir la Calidad de servicio? El nuevo indicador de Gestión de Activos



En el medio industrial tenemos una gran cantidad de indicadores para monitorear la Gestión de Activos Físicos, de los cuales por comentar uno que juega un papel sumamente importante es el **Overall Equipment Effectiveness (OEE)**, un indicador del Mantenimiento Productivo Total (**T.P.M.**). Este es un indicador de desempeño con el cual es imposible medir calidad de servicio. Para ello, tenemos **The Global Indicator of Prestige GIP**, como lo veremos más adelante.

Ahora bien, cuando hablamos de **Key Performance Indicators KPI(s)** no estamos refiriendo al desempeño en general, que si bien es cierto “Performance” significa rendimiento, poco a poco se le ha dado la importancia de “Desempeño”, lo cual estoy de acuerdo; pero por otro lado, cuando se habla de ellos, se incluyen todos los indicadores bajo este concepto. La primera pregunta que hago está relacionado con la palabra “**CLAVE**”, ¿Existen otros, Cuáles son los **NO** claves, Dónde los agrupo? Es aquí donde no comparto la misma apreciación, debido a que para mí el concepto **Performance** no está por encima del concepto de “**Gestión**”. Pienso que todos deberían ser “**Management Indicators**”.

Volviendo al planteamiento anterior, cuando nos referimos a un tema tan importante relacionado con una organización, planta, sistema, instalaciones, equipos y componentes; cuando hablamos sobre ellos, nos referimos a “**Gestión de Activos**” y no de “Desempeño de Activos”. Particularmente veo **a la Gestión de Activos como lo superior**. Mal bien según mi opinión, decir que cuando hablamos de **KPI(S)** no estamos refiriendo a que esta definición contempla todo. Si es así, el tema sería: “**Desempeño de Activos**” como lo superior. En este sentido la norma ISO 55000 y otras más como RCM, EN-16646 hablan de Gestión de Activos y no Desempeño de Activos “**como definición**”. Ahora bien, por qué no ser coherentes con las definiciones y llamarles



Brau Clemenza

Consultor, Docente, Articulista e Investigador

brclemenza@hotmail.com

www.sistemademantenimiento.com



entonces Indicadores de Gestión, como lo superior. Es esta razón por la cual llamo Indicadores de Gestión de Activos como lo más alto; y de allí particularmente los clasifico en: **Desempeño y Calidad de Servicio**, y porque no incluir hasta los **indicadores ambientales**, donde se les llama indicadores de Gestión Ambiental, donde el “desempeño” tan solo es una herramienta de la gestión.

Para ver estos indicadores de medición, tanto de desem-

peño como calidad de servicio **¿Cómo veo la diferencia?** Los de desempeño miden la organización hacia adentro, y los de calidad de servicio miden la organización hacia afuera (**cómo ven una organización desde afuera**). Por ejemplo: si tomamos un material rodante (trenes), un indicador de desempeño podría ser cantidad fallas por kilómetros recorridos, otro: cantidad de pasajeros transportados en un mes en comparación con otro

mes. Un indicador de calidad de servicio podría ser: Cómo aprecia usted la puntualidad del tren: excelente (), buena (), regular (), mala (). Otra medición podría ser: Cómo evalúa el trato del personal del metro: muy educado (), aceptable (), no sabe, no le importa (). **Como podemos ver éstos últimos son mediciones de variables cualitativas que luego tenemos que calificarlas para poder cuantificarla y arrojar un valor.**

Continuando con el desarrollo de este artículo, procedamos explicar detalladamente la diferencia de estos dos indicadores, los de desempeño y calidad de servicio.

Con relación al indicador total de efectividad **OEE** del **TPM** como ustedes saben, tenemos su formulación:

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality}$$

O también, en español:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Cómo podemos observar el OEE es un indicador de tipo cuantitativo, que para medir variables de tipo cualitativo no es posible, debido a que no estamos trabajando “Desempeño” sino “Calidad de Servicio”. Los indicadores de desempeño pueden ser un poco más de 70 para contribuir a medir la gestión, esto según la amplia literatura existente en libros e internet.

Ahora bien, el nuevo indicador de calidad de servicio es “*The Global Indicator of Prestige*”, y está compuesto por la siguiente formulación:

$$\text{GIP} = (\text{Customer Service} \times \text{Comfortability} \times \text{Safety \& Security})^{\text{TM}}$$

O también sus siglas en español:

$$\text{IGP} = (\text{Imagen} \times \text{Confort} \times \text{Seguridad})^{\text{TM}}$$

Como podemos observar existen diferencias para los términos en español e inglés, debido a que por ejemplo: la “**imagen**” sabemos lo que significa en español esta palabra; pero, en inglés la palabra “**imagen**” significa algo que está colgado en una pared, estructura, etc. Esta es la razón por la cual no podemos utilizar este término en la formulación en inglés. Para este idioma tenemos el término “**Customer Service**” que está relacionado con el servicio o atención al cliente.



Igualmente en nuestro idioma, el termino seguridad engloba todo: seguridad a las personas, seguridad del ambiente, seguridad a las instalaciones, seguridad en la logística, pero en inglés tenemos dos: “**Safety & Security**” para englobar todo el aspecto de seguridad en toda su amplitud. De allí la diferencia del indicador entre ambas formulaciones. La nomenclatura TM significa (*Trade Mark*) una marca registrada a nombre de Brau Clemenza.

Observando cada uno de esos parámetros que contempla la fórmula del **GIP**, estos pueden tener una gran cantidad de variables a “CALIFICAR”, 5, 10, 20, o más que posteriormente servirán para cuantificar el **Indicador de Prestigio Global**. Ahora bien, “de qué” depende la cantidad de variables para cada factor. Ésta depende de la magnitud de la organización y de la alta demanda de requerimientos de satisfacción. Qué significa esto: que a mayor nivel de satisfacción mayor será la cantidad de variables a calificar.

Para hacer una comparación con lo dicho anteriormente para el caso del sector hotelaría, no es igual el nivel de requerimiento de calidad para un hotel cuatro o cinco estrellas a un hotel siete estrellas como el Burj Al Arab Jumeirah en Dubái, el TownHouse Galleria en Milán, o en España el Jumeirah Port Soler Hotel. Si bien es cierto que esta ca-

tegoría de siete estrellas no existe en su normativa, estos hoteles superan a los de cinco estrellas, razón por la que se les ha asignado esta categoría informalmente en internet. En consecuencia, sus exigencias de satisfacción son mucho mayores con relación a los otros hoteles de menor categoría.

Por otro lado, de igual manera, podemos calcular el Indicador Global de Prestigio (GIP) si nos referimos a material rodante (trenes), donde las variables a calificar son un poco menos que para el sector hotelaría. Podemos observar que por ejemplo: la Línea Roja de Chicago (*Red Line*) tendrá variables a calificar de menor valor cualitativo a la del MetroSur de Madrid, o por ir más allá el tren de levitación magnética (*Maglev*). Si tomamos por ejemplo las variables “silenciosidad” o “puntualidad” con seguridad habrá una gran desviación entre esos valores. La variable silenciosidad del metro de Chicago nunca será mayor al de las líneas MetroSur y la L10 de Madrid, debido a la antigüedad del primero, tanto en tecnología como en construcción. Son todo este conjunto de características o variables que sumadas darán una posición de nivel de prestigio del sector o empresa que se va a calificar.

Así mismo, para el **Indicador Global de Prestigio** existe una tabla donde podemos cuantificar el valor del indicador, sea

éste: excelente, bueno, regular, malo, tal como lo tenemos para el **OEE**. Como hemos visto el Indicador Global de Prestigio viene a llenar el vacío que hay en cuanto a la medición de Calidad de Servicio, tal como tenemos para medir el desempeño de una línea de producción o un equipo importante, con el **Overall Equipment Effectiveness (OEE)**.

Debido a la gran cantidad de variables a calificar para este indicador, en mi último libro titulado: “**Introducción al Manual del Confiabilista de Gestión de Activos y subtítulo “Un tratamiento Cualitativo y Cuantitativo de la Información de Gestión de Activos”** podrán encontrar un capítulo desarrollado sobre este nuevo indicador; sus bases de datos, solo para los sectores de trenes y hotelaría; y lo más importante su metodología de cálculo. Estas bases de datos se pueden ampliar para los demás sectores de servicios. La metodología cálculo se adapta perfectamente.

Para concluir con este artículo, siempre he entendido que en el mantenimiento hay muchas verdades relativas y pocas absolutas, y muchas de estas relativas se ha querido volverlas absolutas al imponer un criterio de subjetividad para algunos temas: tal es el caso con relación a la definición de KPI(s), del cual les he dejado en parte de este artículo mi punto de vista.

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.

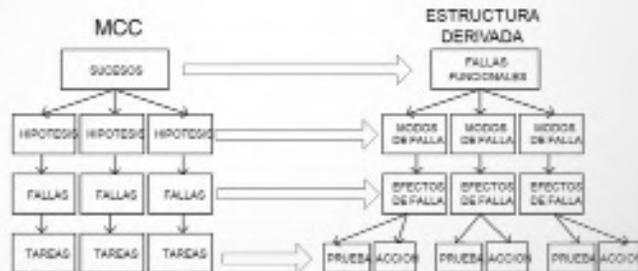


Fig. 9 Adaptación (RCM - BASE DE CONOCIMIENTO)

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 reducción 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> Oplag ... <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 o la variable lingüística de salida.