

Edición Gratuita - Bimestral - Año 1 - Nº 2 - Sep./Oct. 2008



CONFIABILIDAD

I N D U S T R I A L



FINANZAS
RECURSOS HUMANOS
EFICIENCIA

MANTENIMIENTO
ADIESTRAMIENTO
CLIENTES

**Balanced Scorecard
en la Gestión del Mantenimiento**

Una publicación de



METALMECÁNICA DE PRECISIÓN



FABRICACIÓN DE COMPONENTES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS:

Rotores, engranajes, ventiladores centrífugos y axiales, elementos de válvulas, sellos laberínticos, cojinetes, acoples especiales...



DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CAPSULAS (GRAPAS) PARA CORRECCIÓN DE FUGAS EN CALIENTE.

RECTIFICACIÓN

REPOTENCIACIÓN DE MAQUINAS INDUSTRIALES

SOLDADURAS ESPECIALES, SOPORTERIA Y ESTRUCTURAS

FABRICACIÓN DE PIEZAS EN FUNDICIÓN CON COMPOSICIÓN DE ALEACIONES ESPECIALES

BALANCEO DINÁMICO DE PRECISIÓN

SANDBLASTING Y PINTURA



La satisfacción de nuestros clientes es nuestra mejor referencia...



Nuestra meta la excelencia

Av. José Antonio Anzoátegui, vía Aeropuerto, Barcelona. Telfs. (0281) 808.47.21 / 0416-884.98.56
Telefax: (0281) 274.10.37 - 0414-815.25.46 E-mail: refamecadeoriente@cantv.net

EL TEMOR AL CAMBIO, UNA BARRERA PARA MEJORAR



Oponerse al cambio es un comportamiento humano natural, defender el "status quo" en nuestro ambiente de trabajo (quedarnos como estamos, hacerlo como siempre) muchas veces se convierte en una barrera que muchos gerentes y supervisores deben derribar para poder establecer los cambios necesarios para hacer crecer a la organización. ¿Cómo lograr mejoras u optimizar los procesos si no se introducen cambios? La respuesta a esta pregunta es más difícil cuando estos cambios involucran temas tan sensibles como la manera de pensar, la cultura y la educación. Pero una cosa es cierta, las empresas que no se adaptan a las nuevas necesidades y requerimientos de un mundo globalizado, más competitivo, con mayores regulaciones y controles simplemente desaparecerán y junto a ellas su personal.

Para afrontar los retos que supone esta realidad debemos dejar de ver al cambio como una amenaza y enfocarlo como una herramienta de motivación para nuestro mejoramiento. La necesidad de cambiar ha sido la palanca del desarrollo humano, entonces por que temerle y no usarlo como una palanca para nuestro propio desarrollo. En lugar de centrarnos en las cosas que se "perderán", debemos pensar en lo que ganaremos, en lugar de pensar como esto cambiará nuestro entorno, pensar como podemos contribuir a ese cambio. Un aspecto clave para lograr esta actitud positiva ante el cambio, es comunicar la razón o los motivos del mismo, si simplemente se exigen nuevas formas de hacer algo sin enfatizar en el porque y los beneficios de ello, el camino será muy duro para todos.

Dime y olvidaré, muéstrame y podría recordar, involúcrame y entenderé
(Proverbio Chino)

La oposición o temor al cambio es la causa raíz del fortalecimiento de las malas prácticas y las falsas creencias. "Así lo hemos hecho toda la vida" o "así se hacía en mi antiguo empleo"; son

frases comunes en las plantas industriales donde se intenta introducir mejoras que requieren cambios de paradigmas, nuevos procedimientos o nuevas tecnologías. Esto ocurre básicamente porque la gente se siente "víctima del cambio" se sienten parte de un problema, la gerencia debe manejar esta situación involucrando a la gente en las mejoras, comunicando las acciones, el porque de las mismas y tomando en cuenta las opiniones de su personal, así la gente se sentirá parte de la solución y se motivará para aportar lo mejor de su talento y combatir sus deficiencias, no solo sentirá que se trata de una mejora corporativa sino que esto puede traerle beneficios profesionales y personales.

COMUNICAR, INVOLUCRAR, RESPONSABILIZAR, NEGOCIAR

Son todas palabras claves para fomentar la cultura del cambio, no puede haber cambio en la organización sino se enfoca desde un cambio en las conductas del personal, esta es una realidad que la gerencia debe manejar, asumir que el cambio representará esfuerzos, adaptación, conductas de defensas ante supuestas amenazas. En este sentido el cambio va más allá de implantar nuevos procedimientos, mejores prácticas o estándares de clase mundial, muchas veces la clave del éxito se encuentra en como se maneja el aspecto emocional. El cambio exitoso es un proceso lento, que no se decreta y que va en contra de la cultura corporativa inconscientemente establecida, por lo tanto requiere de acciones firmes, control y mucha paciencia.

EL EDITOR



EN ESTA EDICIÓN

NOTI CONFIABILIDAD



5

**LA FORMACIÓN DE INGENIEROS
DE CONFIABILIDAD Y
MANTENIMIENTO**



6

**BALANCED SCORECARD
EN LA GESTIÓN
DEL MANTENIMIENTO**



10

**DIAMONDFACES®
NUEVA TECNOLOGÍA DE CARAS DE
SELLADO CON RECUBRIMIENTO DE
DIAMANTE PARA SELLOS MECÁNICOS**
Parte III



14

GLOSARIO



18



PORTADA

**CONFIABILIDAD
INDUSTRIAL**

Edición Gratuita - Bimestral - Año 1 - Nº 2 Sep / Oct 2008
DEPOSITO LEGAL ES pp: 200802AN2835

Editor en Jefe
David Trocel
david.trocel@confiabilidad.com.ve

Ventas y Mercadeo
revista@confiabilidad.com.ve

Diseño y Diagramación
Surama gyarfas Nazar
Sgyarfasn@gmail.com

Colaboradores
David Bertorelli, Luis Amendola, José Bernardo
Durán, Altair Bustillo, Pedro Trocel, Jorge Patiarroyo,
Hernando Duque.

Una publicación de



Carrera 9, Edificio Churún Merú N°2B, Lechería, Anzoátegui, Venezuela telf.: 0414-8174180 / 0281-2812441

Noti CONFIABILIDAD

LUDECA inaugura su centro de adiestramiento internacional: Alineación + Balanceo + Análisis de Vibraciones



LUDECA Inc se complace en anunciar la apertura de su nuevo Centro de Adiestramiento Internacional, ubicado en Doral, Florida, USA. Los amplios salones de clases del nuevo edificio están equipados con la última tecnología en sistemas de entrenamiento interactivo audio visual, simuladores mecánicos para alineación, monitoreo de condición y balanceo de maquinaria industrial y tecnología dedicada para alineación láser, balanceo dinámico y análisis de vibraciones.

LUDECA ofrece cursos prácticos "aprender haciendo" con instructores experimentados

en aplicaciones de la industria real. Cursos en grupos pequeños para facilitar la interacción y atención personalizada, desde lo básico a las técnicas más avanzadas. El adiestramiento es ofrecido en inglés y en español, con programación durante todo el año. Los cursos también pueden ser presentados en su planta (on-site).

Para más información, visite <http://www.ludeca.com/training.htm> o contacte a Mary Ann Kluthe, Coordinadora de Adiestramiento, en :maryann.kluthe@ludeca.com 001-305-591-8935 www.ludeca.com

Rif: J-08018407-6



ELECTRIN C.A. MOTORES ELÉCTRICOS

Bobinado y Servicio de Mantenimiento a Motores Eléctricos AC y DC

Reparación de Generadores Eléctricos

Reparación de Electrobombas Sumergibles y Horizontales

Equipos de Diagnóstico y Prueba de Última Tecnología

Balanceo Dinámico Computarizado de Equipos Rotativos hasta 8.000 Lbs

Análisis de Vibraciones y Balanceo en sitio

Prueba a Tensión Plena de Motores Eléctricos hasta 4160VAC

2500HP / 600VDC 400ADC

"Servir bien
es nuestra norma,
servirles mejor nuestro deseo..."[®]

Antonio Varela / Presidente & Fundador / Electrin C.A.



MIEMBRO
ACTIVO DE:



Calle Sucre #128. Sector El Pensil - Puerto la Cruz - Estado Anzoátegui - Venezuela.
Teléfonos: +58 (281) 266.15.50 / 269.81.86 - Fax: +58 (281) 269.57.72 - e-mail: info@electrin.com

www.electrin.com

LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO

MSc. Jose Bernardo Durán / The Woodhouse Partnership Limited, Director Operaciones América Latina / jose.duran@twpl.com / jduran@ieee.org



Recientes investigaciones demuestran que la mayor parte de la educación que recibe un Ingeniero es enfocada básicamente en el diseño, sin embargo el 80% de los ingenieros deben trabajar "En el Cuidado y Explotación de Instalaciones" que ya fueron diseñadas y construidas. "Cuidar algo ya diseñado y construido" bajo la forma de Operación, Mantenimiento y actividades conexas.

Estas funciones requieren de una serie de conocimientos y destrezas diferentes a las requeridas para diseñar equipos o procesos. Pasando por la solución de problemas, la generación de planes de mantenimiento y operación, hasta la Optimización de paradas de planta, incluyendo el manejo del personal, del cambio cultural, el manejo de la incertidumbre, etc.

Algunas universidades están respondiendo a esta necesidad con estudios a varios niveles en Ingeniería de Mantenimiento, Confiabilidad y Gerencia de Activos. Mejorando en parte la situación pero dejan sin solución la formación de los profesionales que ya están laborando en la industria.

La mayoría de los ingenieros cuando llegan a su primer trabajo de planta reciben una serie de consejos; tales como: aprende del técnico, calla, observa y comienza a buscar el como demostrar que estas aprendiendo, pero recuerda que no sabes nada, etc. Otros piensan que recibirán un adiestramiento muy extenso antes de comenzar a recibir responsabilidades. En la realidad muchos de nuestros ingenieros llegan a la industria con una formación muy débil en lo relativo al funcionamiento de una planta real. Unas prácticas o pasantías en campo muy cortas, que en muchos casos son opcionales, son prácticamente el único

contacto con la "vida real". Es muy difícil cuantificar cual es el resultado de esto, sin embargo, podríamos imaginarnos un mundo mejor donde la educación de nuestros ingenieros tuviera una mayor componente en el cuidado y explotación de los activos industriales.

La mayor parte de la formación real de los ingenieros en cuidado y explotación de activos es empírica y esta es transmitida de generación en generación. Esto trae componentes deseados e indeseados, por ejemplo la perpetuidad de paradigmas no deseados hoy.

La Norma *British Standard PAS 55 Asset Management* en lo relativo al cumplimiento de políticas, estrategias, objetivos y metas, exige que las personas deban tener claras sus funciones, sus competencias y sus responsabilidades, a partir de las cuales se debe crear un plan de formación.

Nuestra experiencia muestra que en las mayorías de los casos este proceso no se realiza de manera adecuada o se realiza parcialmente.

Actualmente en Inglaterra hay un proyecto multi-empresarial que está tratando de definir las destrezas y competencias que deben tener los profesionales, desde la gerencia hasta los ejecutores, en materias de cuidado y explotación de activos, el resultado a esperar es una matriz de destrezas, competencias, y programas de formación, así como de métodos de validación.

Con este trabajo se pretende aumentar el grado de conciencia en la necesidad de mejorar la formación del personal de operaciones y mantenimiento. Se muestra porque el plan de formación de profesionales debe ser basado en un proceso de transferencia de conocimiento "Aprendiendo Haciendo" el cual se logrará con una combinación de adiestramiento formal y aplicación inmediata del mismo en las plantas. Esto logra un beneficio académico para la persona (Motivación) y un beneficio técnico económico para la empresa (Productividad). Otro punto resaltante es que estos programas han de combinar los componentes técnicos de cuidado y mantenimiento, así como los elementos de negocios que permitan la mejor explotación de los activos de una manera rentable y sostenible.

METODOLOGÍA

Las indicaciones de este trabajo se basan en la observación y experiencias discutidas con expertos de diversas empresas y sectores industriales. El autor quien además de consultor es profesor invitado de 5 universidades en cursos de post-grado ha recabado información en los últimos años y ha discutido sus ideas con colegas tanto del mundo industrial como del mundo docente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

¿Qué Competencias se Deben Formar? El personal responsable de la gestión de activos de las industrias de hoy básicamente puede dividirse en dos tipos: los que cuidan los activos (Mantenedores) y los que los explotan (Operadores). La formación del personal también se podría dividir en formación técnica y formación de negocios.

LAS NECESIDADES DE FORMACIÓN DE COMPETENCIAS

Más del 80% de los ingenieros graduados se ven hoy en día enfrentándose al mundo de la operación y mantenimiento de activos, con un arsenal de armas preparado para el diseño de instalaciones, pero en la realidad trabajará casi toda su vida con activos que ya han sido diseñados. Por otra parte, otro grupo de ingenieros se dedicará al diseño de activos que jamás en su vida operará o mantendrá.



Otra gran debilidad en el plan de formación universitario actual es que en líneas generales es muy dedicado al campo técnico y muy débil en la formación económica, sin embargo la Gerencia de Activos o "Asset Management" de hoy exige que las decisiones sean fundamentadas desde el punto de vista técnico-económico.

Sin embargo se están gestando algunos cambios lentamente, hoy escuchamos hablar de temas como confiabilidad y mantenibilidad desde el diseño, se generan Departamentos/Gerencias de Confiabilidad; sin embargo las competencias requeridas para desempeñar eficientemente estas funciones distan de estar presentes en los profesionales que ejecutan los cargos.

Existe una gran confusión respecto a las funciones que se deben ejecutar tanto en mantenimiento como en confiabilidad, veamos algunas y sus consecuencias a modo de ejemplo:

• **¿Quién planifica y quien programa el Mantenimiento?** Aquí vemos entonces al planificador confundido en el día-día, ubicando repuestos, herramientas, coordinando con cuadrillas, dejando entonces su función de planificador, también vemos a los programadores mirando la planificación, mirando "por encima del hombro" del planificador. Consecuencia: **trabajos de emergencia, sobre-tiempo, nada planificado en resumen crisis de planificación...**

• **¿Quien programa las paradas de planta?** Aquí el planificador de mantenimiento (algunas veces haciendo labor de programador) luchando en el día a día y a su vez "planificando la parada que tendrán en 18 meses". Consecuencia: **"siempre falta algo en la parada", extensión de los plazos...**

¿Cuáles son las funciones de Ingeniería de Confiabilidad?

Aquí vemos una gran confusión, en algunas empresas los ingenieros de confiabilidad se dedican a llevar indicadores, en otras quieren resolver todos los problemas, en otras quieren llevar complicados programas para "predecir" fallas (que ocurren todos los días por cierto), otros evalúan por que no pueden usar los "softwares" actuales y tratan de justificar otros, otros no saben que hacer (cargos no descrito por ser nuevo). Consecuencia: **imposibilidad de demostrar el beneficio real y potencial de la Ingeniería de Confiabilidad Operacional.**

• **¿Cómo debería apoyar mantenimiento al diseño?** Aquí vemos "Ingenieros de Proyectos" aislados haciendo especificaciones de ingeniería generales sin incluir consideraciones de Confiabilidad y Mantenibilidad desde el diseño. Consecuencia: **activos de baja calidad, sin facilidades de inspección, falta de herramientas especiales, estándares no "tropicalizados" y con planes de mantenimiento inexistentes, obsoletos o generalizados...**

• **¿Cuáles técnicas de mejoramiento de confiabilidad o mantenimiento debo usar?** Aquí notamos gran confusión puesto que existe la tendencia a "enamorarse" de una técnica en particular y a tratarla en forma de panacea, sin hacer una evaluación previa de donde y cuando usarla. Consecuencias: **Las fallas se siguen presentando de manera imprevista, el grupo de inspección se convierte en "cuerpo de bomberos" o de "análisis forense"...**



LAS POSIBILIDADES ACTUALES DE FORMACIÓN

En base a la experiencia recabada en más de 40 países y en diferentes sectores industriales se observan al menos las siguientes tendencias:

- Educación Informal
- Adiestramiento Específico según fines determinados
- Educación Formal
- Programas de Certificación, Aprendiendo Haciendo

Educación Formal

En algunos países (muy pocos en realidad) existen y están formándose cada vez más programas de capacitación formal a diversos niveles, cubriendo desde lo técnico hasta el nivel de postgrado. Esto ha ido aumentando lentamente el nivel profesional de la gestión del mantenimiento, de las operaciones y la confiabilidad operacional de plantas. Sin embargo la difusión de este tipo de programas sigue siendo pobre y los contenidos de estos aun no cubren por completo las necesidades reales de la industria.

Educación informal

Esta es la más común en la industria, caracterizándose por el aprendizaje de "generación en generación", por ejemplo cuando el personal de mantenimiento va aprendiendo de la mano de los mantenedores de más antigüedad, quienes a su vez fueron formados de igual manera. Esta característica permite transmitir tanto las buenas como las malas prácticas a las nuevas generaciones. Este tipo de formación tiene un alto potencial si se aprovecha el conocimiento corporativo acumulado y se potencia con las nuevas metodologías y sobre todo si se aprende de los errores y se retroalimenta en la formación de la generación de relevo.

Ventajas

- Uso de conocimiento interno
- Formación de líderes internos
- Reconocimiento de especialistas
- Propagación de buenas prácticas

Desventajas

- Dificultad de incorporar nuevo conocimiento
- Propagación de "malas" prácticas
- Altamente dependiente de las personas de turno
- Dificultad de formalizar de manera adecuada

Adiestramiento específico según fines determinados

Esta práctica combinada con la anterior es muy común en la industria, busca, previa identificación de necesidades de adiestramiento, enviar al personal a capacitación tanto dentro de la empresa como fuera de ella. La capacitación normalmente no se planifica con suficiente antelación. Muchas veces el departamento de Recursos Humanos realiza la planificación según consulta emitida al personal técnico, pero un trabajo formal de identificación de competencias y la generación de un plan que cierre dichas brechas es raramente visto en la industria. En líneas generales la planificación de este tipo de adiestramiento es pobre, entre otras razones porque las personas que toman las decisiones respectivas no poseen un claro escenario de las competencias requeridas, debido entre otras cosas a que la definición de cargos (funciones y responsabilidades) también es pobre.

Ventajas

- Envía al personal a capacitación especializada.
- Enfrenta al personal a las nuevas tendencias.
- Genera una forma de reconocimiento a las personas que son enviadas a capacitación.

Desventajas

- No existe normalmente un compromiso de "implementar" lo aprendido.
- La capacitación es vista como cultura general.
- Los puntos anteriores generan poco compromiso de aprendizaje

Ventajas

- Genera reconocimiento académico.
- Genera alto interés del personal para su participación.
- Genera un alto reconocimiento a las personas que son enviadas a capacitación

Desventajas

- Exigencia de tiempo fuerte para los participantes.
- Divorcio entre "la realidad" y la "academia"
- Beneficios difíciles de cuantificar
- Dificultad de "vender" y justificar la inversión requerida

PROGRAMAS DE CERTIFICACIÓN

Hoy existen algunos planes de certificación, básicamente se observan dos corrientes:

Certificación Mediante Exámenes: estos planes "certifican" a las personas solo mediante la presentación de exámenes o pruebas escritas, por lo tanto solo puede certificar que las personas conocen la teoría de las cosas, no pueden certificar que las personas poseen las competencias para hacer que las cosas pasen. En si no se trata de programas de capacitación sino de una manera de "demostrar" que las personas poseen un nivel de conocimientos.

Certificación Aprendiendo Haciendo: este tipo de programas está ganando mucho apoyo y básicamente busca solventar las debilidades de las corrientes anteriores apuntalándose de sus ventajas.

Básicamente se trata de un programa de corte académico combinado con un programa de certificación, pero exigiendo además implementaciones en planta. Hoy existen planes muy ambiciosos que combinan el reconocimiento de una buena institución académica con la experiencia de profesionales que han implementado metodologías en la vida real y además basados en las Normas Estándares.

CONCLUSIONES

Las necesidades actuales de la industria y los nuevos estándares como el **British Standard PAS 55 Asset Management** exigen que se establezcan planes de educación y formación de competencias que garanticen una real transferencia de conocimientos y tecnología, acordes a las necesidades específicas de la industria. Esto hace obligatoria la implementación de estrategias que permitan al menos:

1. Definición de políticas, estrategias, objetivos y metas alineadas a los mandatos corporativos.
2. Establecimiento de funciones y responsabilidades de las personas según el punto anterior.
3. Análisis de brechas de competencias entre las personas que ocupan los cargos y los nuevos requerimientos exigidos.
4. Formación de una matriz de competencias que consideren al menos estos elementos: funciones, niveles jerárquicos, competencias técnicas y competencias de negocios.
5. La formación de competencias debe combinar un plan académico con un plan de transferencia de conocimientos "Aprendiendo Haciendo" que certifique tanto lo académico como la implementación en la "vida real".

REFERENCIAS

- Duran J & Sojo L (2001) Innovando con la Gerencia de Activos, The Woodhouse Partnership Ltd, Newbury, UK.
- Duran J & Sojo L (2001), Ingeniería de Mantenimiento, Universidad de Carabobo, The Woodhouse Partnership Ltd. UK.
- Duran J, (1998) El Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional, The Woodhouse Partnership, UK.
- EEC Eureka 1488 Project, MACRO Project, Cost/Risk Evaluation of Asset Management Decisions, Newbury, UK, 1997.
- PAS 55 British Estándar Asset Management. 2004
- Sojo L & Duran J, (2001), Manual del Curso La Confiabilidad Integral del Activo, The Woodhouse, UK .

Análisis de Vibraciones & Balanceo



VIBXPERT®

VIBSCANNER®

Ver el VIDEO en línea

La herramienta adecuada para cada usuario, presupuesto y trabajo

LUDECA
INC.

305-591-8935 • www.ludeca.com

Balanced Scorecard en la Gestión del Mantenimiento

Dr. Luis Amendola / PMM Institute for Learning España, Universidad Politécnica de Valencia España
Departamento de Proyectos de Ingeniería, www.pmmlearning.com , luam@dpi.upv.es



El mantenimiento industrial día a día está rompiendo con las barreras del pasado. Hoy en la práctica de muchas empresas, los directivos del mantenimiento tienen que pensar que invertir en mantenimiento de los activos es también parte del negocio y dejar de verlo como un gasto. Esta transformación que está ocurriendo en el mundo del mantenimiento ha hecho patente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de las empresas, lo que ha llevado a la progresiva búsqueda y aplicación de nuevas y más eficientes técnicas y prácticas gerenciales de planificación y medición del desempeño del negocio. Estas herramientas deben permitir, por un lado, identificar cuáles son las estrategias que se deben seguir para alcanzar la visión de empresa (un alto desempeño), y por el otro, expresar dichas estrategias en objetivos específicos cuyo logro sea medible a través de un conjunto de indicadores de desempeño técnicos-económicos, en un proceso de transformación para adaptarse a las exigencias de los cambios y retos que tendremos que afrontar a mediano plazo. Entre los elementos que surgen de esta evolución está la orientación hacia una visión sistémica de la importancia del negocio en mantenimiento, identificando los roles y necesidades de cada uno de los actores involucrados (stakeholders), lo que conlleva la reorientación en los esquemas de evaluación de resultados y definición de estrategias de indicadores técnicos y financieros para medir la rentabilidad del negocio. **El Balanced Scorecard (BSC)**, es una metodología que logra integrar la Estrategia y la Evaluación del Desempeño del Negocio. Su aplicación en el mantenimiento está obteniendo

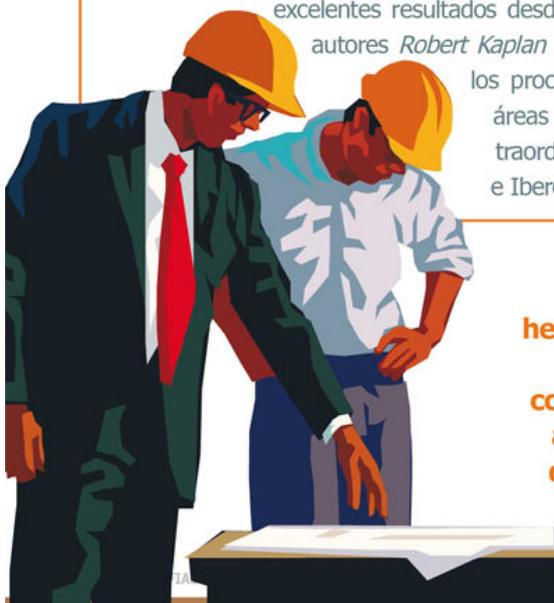
excelentes resultados desde su divulgación en 1992 por sus dos autores *Robert Kaplan* y *David Norton*. Ha sido incorporada a los procesos de gerencia estratégica en otras áreas del negocio con unos resultados extraordinarios en empresas de UE, USA, Asia e Iberoamérica.

¿QUÉ ES BALANCED SCORECARD?

En el pasado reciente, la gestión de las empresas se focalizaba en el aspecto financiero, considerado el más relevante y hasta quizás el único tomado en cuenta para evaluar el desempeño. Muchos directores de importantes empresas se percataban de que indicadores como el ROI (Retorno sobre la Inversión) y el de ganancias por acción emitían señales erradas cuando se pretendía incorporar en el análisis actividades como la innovación o las mejoras continuas. Enfoques como el TQM, Reingeniería de Procesos, Desarrollo Organizacional y más recientemente la Gerencia Basada en el Valor (EVA y SHV), lograban éxitos parciales en la medición del desempeño alcanzado, por la única razón de no considerar de una manera holística las diversas perspectivas de la dinámica empresarial: El sistema completo se comporta de un modo distinto que la suma de sus partes.

Actualmente, los cambios bruscos en el ámbito competitivo, la velocidad incrementada de las tendencias globalizantes y el impacto de las brechas tecnológicas definen un nuevo espacio empresarial donde los poderes, amenazas y rivalidades de los actores del sector industrial se potencian.

Ante este entorno de incertidumbre, la búsqueda se centra en una herramienta gerencial, que facilite la transición hacia una gerencia más estratégica, orientada permanentemente en la visión de la empresa, con amplia participación del personal e interrelacionada cercanamente al cliente, con énfasis en el logro de la excelencia a nivel de procesos, que permita no solamente lograr el resultado financiero deseado sino mantener un mecanismo de control capaz de ajustar el rumbo estratégico en tiempo real.



El reto ante este marco definido es, además de generar una estrategia competitiva exitosa, tener la capacidad de lograr excelentes resultados a partir de un proceso de gerencia estratégica integradora de diferentes áreas de la empresa entre ellas la función mantenimiento, lo que representa un vuelco en el concepto tradicional de gerenciar, al asumir ahora una posición de autocontrol.

El **Balanced Scorecard**, traduce la estrategia en cuatro perspectivas: Clientes, Negocio Interno, Innovación y Aprendizaje y Perspectiva Financiera, sustentadas cada una de ellas en un grupo de objetivos, indicadores de gestión, metas e iniciativas interactivamente conectadas en una relación causa-efecto.

El valor agregado de esta propuesta consiste en eliminar el abanico de múltiples e indefinidos indicadores que diluyen la estrategia, centrándose tan sólo en cuatro áreas específicas. Así mismo, permite unificar criterios con el ejercicio obligatorio de tener que definir indicadores homogéneos para todas las unidades de negocios y niveles funcionales.

SISTEMA BALANCEADO DE INDICADORES DE GESTION: BSC

El proceso de crear un "Balanced Scorecard" incluye la determinación de 1.- Objetivos que se desean alcanzar, 2.- Mediciones o parámetros observables, que midan el progreso hacia el alcance de los objetivos, 3.- Metas, blancos o el valor específico de la medición que queremos alcanzar y 4.- Iniciativas, proyectos o programas que se iniciarán para lograr alcanzar esas metas.

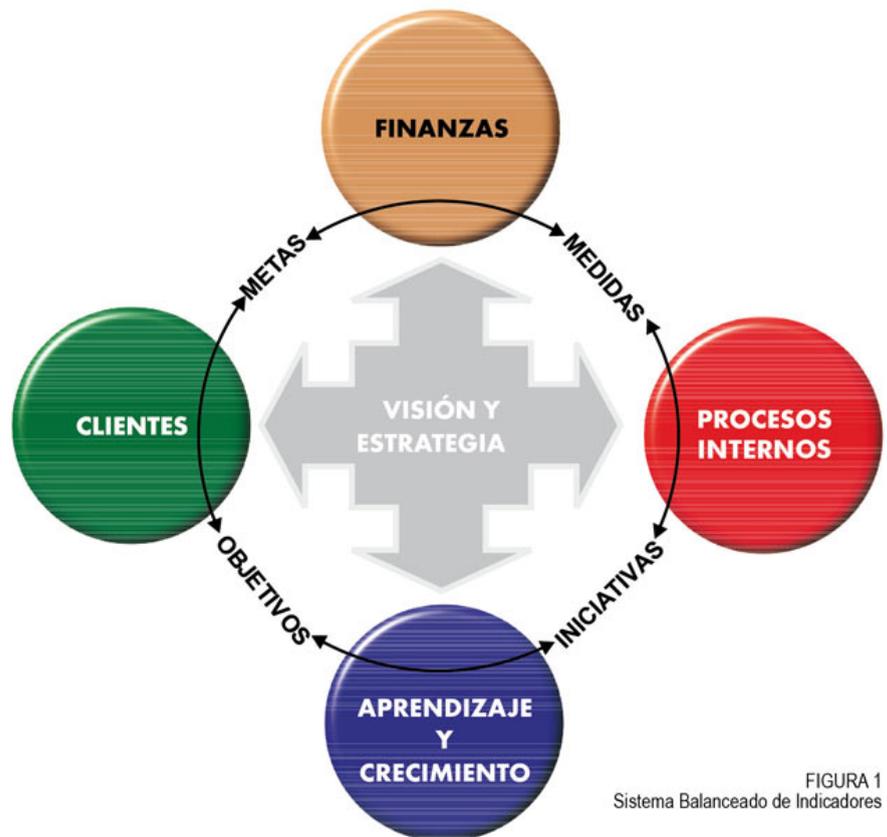


FIGURA 1
Sistema Balanceado de Indicadores

Perspectiva financiera: aunque las medidas financieras no deben ser las únicas, tampoco deben despreciarse. La información precisa y actualizada sobre el desempeño financiero siempre será una prioridad. A las medidas tradicionales financieras (como ganancias, crecimiento en las ventas), quizás se deba agregar otras relacionadas como riesgo y costo-beneficio.

Perspectiva del cliente: cómo ve el cliente a la organización, y qué debe hacer esta para mantenerlo como cliente. Si el cliente no está satisfecho, aún cuando las finanzas estén marchando bien, es un fuerte indicativo de problemas en el futuro.

Perspectiva interna o de procesos de negocio: cuales son los procesos internos que la organización debe mejorar para lograr sus objetivos. Debemos preguntarnos: "Para satisfacer a los accionistas y clientes, en ¿qué procesos de negocio debemos sobresalir?".

Perspectiva de innovación y mejora: cómo puede la organización seguir mejorando para crear valor en el futuro. Incluye aspectos como entrenamiento de los empleados, cultura organizacional, etc.

ESTRUCTURA DEL BALANCED SCORECARD

El BSC parte de la visión y estrategias de la empresa. A partir de allí, se definen los objetivos financieros requeridos para alcanzar la visión, y éstos a su vez serán el resultado de los mecanismos y estrategias que rijan nuestros resultados con los clientes. Los procesos internos se planifican para satisfacer los requerimientos financieros y los de los clientes. Finalmente, la metodología reconoce que el aprendizaje y crecimiento es la plataforma donde reposa todo el sistema y donde se definen los objetivos planteados para esta perspectiva. El BSC transforma la visión y estrategia en objetivos e indicadores organizados en cuatro perspectivas diferentes de acuerdo a la figura 1.

La ventaja primordial de la metodología es que no se circunscribe solamente a una perspectiva, sino que las considera a todas simultáneamente, identificando las relaciones entre ellas. De esta forma es posible establecer una cadena causa - efecto que permite tomar las iniciativas necesarias en cada nivel. Conociendo cómo se enlazan los objetivos de las diferentes perspectivas, los resultados de los indicadores que se van obteniendo progresivamente permiten ver si hay que hacer ajustes en la cadena, iniciativas o palancas de valor, para asegurar que se cumplan las metas a niveles superiores de la secuencia. De esta manera se fortalecen los recursos humanos, tecnológicos, de información y culturales, en la dirección exigida por los procesos, y éstos se alinean con las expectativas de los clientes, lo que a la larga será la base para alcanzar los resultados financieros que garanticen el logro de la visión.

¿POR QUÉ BSC EN MANTENIMIENTO?

- Las mediciones son importantes "Si no puedes medirlo no puedes gerenciarlo". El sistema de medición afecta muchísimo el comportamiento de la gente tanto del interior como del exterior de la empresa.
- El BSC conserva la medición técnica y financiera, pero realiza además un conjunto de mediciones más generales e integradas, que vinculan los procesos internos, los empleados y la actuación de los sistemas con el éxito a largo plazo.
- Indicadores técnicos y financieros: nos dicen algo pero no todo, sobre la historia de las acciones pasadas y nos proporcionan una guía adecuada para las acciones que hay que realizar hoy en día y después para crear un valor futuro.

INDICADORES BALANCEADOS

FINANCIERA	CLIENTES	PROCESOS INTERNOS	APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO
Efectividad	Satisfacción del cliente	Gestión de la efectividad	Rendimiento
Costes de mantenimiento	Gestión de la calidad	Planificación	Tecnología
Indicadores económicos	Fiabilidad humana	Gestión de stock	Adiestramiento
		Gestión de compras	
		Gestión de contratación	
		Mantenimiento preventivo	
		Indicadores Técnicos	

FILOSOFÍA DE CLASE MUNDIAL

Las empresas buscan siempre la excelencia en sus procesos, este modelo permite la obtención de un nivel de "Clase Mundial" en sus procesos de mantenimiento, dirigiendo los esfuerzos hacia la obtención de niveles de excelencia, en la implantación de 10 mejores prácticas:

- Organización Basada en Equipos de Trabajo.
- Contratistas Orientados a la Productividad.
- Integración con Proveedores de Materiales y Servicios.
- Apoyo y Visión Gerencial.
- Planificación y Programación Proactiva.
- Mejoramiento Continuo.
- Gestión Disciplinada de Procesos de Procura.
- Integración de Procesos y Sistemas.
- Gerencia de Paradas de Planta.
- Producción Basada en Confiabilidad

En la implantación de estas mejores prácticas, se establecen objetivos que el personal de mantenimiento, en todos sus niveles, deberá responsabilizarse por crear Confiabilidad Operacional, vista desde sus cuatro perspectivas:

Confiabilidad de Equipos
Confiabilidad Humana
Confiabilidad de los Procesos
Mantenibilidad de Equipos

La filosofía de Clase Mundial, implica la implantación de metodologías y herramientas específicas que potencien la obtención de resultados rápidos, óptimos y duraderos. Por esta razón, se han introducido metodologías para balancear los indicadores técnicos financieros, los cuáles permitirán obtener beneficios en el negocio del mantenimiento. Basado en lo anterior, como puntos estratégicos de atención en la gestión del negocio, para lograr el posicionamiento en la categoría "clase mundial", debe dirigirse la acción a:

- Reforzar la atención en la implantación de las recomendaciones emitidas y planes de mantenimiento.
- Fortalecer el entrenamiento de los analistas de mantenimiento, para garantizar el manejo y aprovechamiento óptimo de la data.
- Reorientar los esfuerzos de especialistas hacia la consecución de diagnósticos unificados de las instalaciones, fortaleciendo a los Equipos Naturales de Trabajo.
- Reforzar los procesos de ejecución de mantenimiento, gestión de paradas de plantas, desde el punto de vista de planificación y gerencia de cambios.
- Fortalecer las actividades de monitoreo, diagnóstico y control de las variables operacionales y funcionales de los procesos

El BSC es para todos los empleados de la empresa, un despliegue total de la estrategia a través del BSC. Todos los empleados deben ver su aporte a la estrategia a través de los resultados del BSC. También su contribución al aprendizaje alrededor de los logros y la orientación estratégica de la organización. Ésta no es una metodología para imponer acciones de la gerencia sino para motivar el involucramiento de todos en el logro de la estrategia. Debe propiciarse por todos los medios (intranet, e-mail, newsletters, videos, videoconferencias, seminarios, encuentros cara a cara, etc.

Sobre el Autor:
 Luis Amendola, Ph.D, Consultor Industrial e Investigador de la Universidad Politécnica de Valencia España, 23 años de experiencia en la industria del petróleo, gas, petroquímica y empresas de manufactura, ocupando posiciones técnicas, supervisorías y directivas, colaborador de revistas técnicas, publicación de libros en Project Management y Mantenimiento. Participación en congresos como conferencista invitado y expositor de trabajos técnicos en eventos locales e internacionales en empresas y universidades.

¿Su empresa necesita **Servicios de Consultoría y Auditoría Especializada** en el área de Lubricación?

Contamos con una amplia gama de servicios de consultoría y auditoría especializada, tales como:

- Auditoría de Procesos de Lubricación.
- Programa de Control de Contaminación.
- Interpretación de Análisis de Aceite.
- Manual Corporativo de Lubricación.
- Diagnóstico para la Localización de Oportunidades.
- Programa de Análisis de Aceite.
- Diseño básico de Programas de Lubricación.
- Análisis de Aceite y Vibraciones.
- Ferrografía Analítica.

Igualmente apoyamos a la empresa nacional en la formación de talento a través de nuestros seminarios NORIA:

- Técnicas de Lubricación.
- Análisis de Aceite I y II.
- Lubricación de Maquinarias I y II.
- Control Efectivo de Comunicación.
- Análisis de Aceite para Equipos Móviles.

Incorporamos NUEVOS SEMINARIOS:

- Operación y Mantenimiento de Bombas.
- Alineación de Equipos Dinámicos.
- Operación y Mantenimiento de Compresores.
- Instrumentación Industrial.
- Válvulas de control.
- PLC.
- Hornos, Calentadores y Calderas.
- Ingeniería de Gas.



VS Consultores

Adiestramiento y asesoría en mantenimiento proactivo

Calle 71 entre Av. 13 y 13 A.Nº 13-29 Sector Tierra Negra.
 Telfax: +58 261 – 7985361. Móvil: + 58 (414) 3610664.
 E-mail: falborno@vsconsultores.com.ve. Maracaibo – Venezuela.

www.vsconsultores.com.ve

Representantes en Venezuela de



DiamondFaces®

Nueva tecnología de caras de sellado con recubrimiento de diamante para sellos mecánicos

PARTE III



En el número anterior de **"Confiabilidad Industrial"** (Año 1, Nro. 1), artículo 2 de 3 sobre éste tema, se abordó lo relacionado con el índice "Tiempo Promedio entre Fallas" TPEF (conocido también como MTBF con sus siglas en inglés) para equipos rotativos del tipo bombas centrifugas y se describió cómo este nuevo material DiamondFaces® desarrollado por la empresa EagleBurgmann puede incidir de manera muy positiva sobre los índices de confiabilidad, se podría asegurar que más que cualquier otro material conocido hasta ahora para caras de sellado.

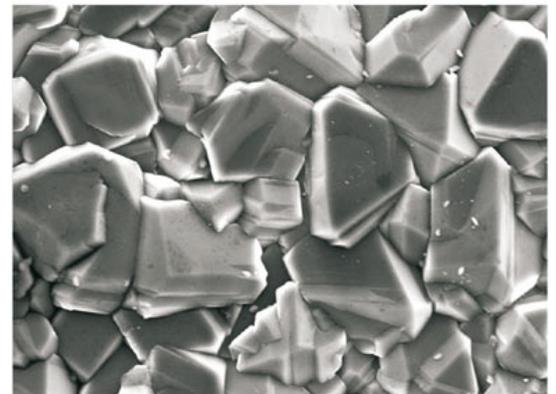
Se mencionaron también varios aspectos técnicos que hacen que este material posea cualidades excepcionales de desempeño, tales como el coeficiente de fricción, valor que puede llegar a ser hasta 8 veces menor que la combinación de caras de sellado "Carburo de Silicio – Carburo de Silicio". Inclusive durante las pruebas de operación en seco (con ambiente de nitrógeno seco), la combinación de caras de sellado DiamondFaces® logró estabilizar la temperatura en un valor aceptable y permaneció en operación continua por varias horas sin ocurrir colapso del material base ni del recubrimiento de diamante.

Estos aspectos expuestos no son más que buenas noticias para cualquier operador, mantenedor o gerente de planta industrial, sobre todo en aquellos procesos o aplicaciones inestables, rigurosas o procesos críticos para la continuidad operacional, donde no se permiten tiempos fuera de

servicio o donde existen partículas abrasivas o sólidos en suspensión, dado que *DiamondFaces®* posee la mayor dureza conocida para caras de sellado. El nuevo material estaría preparado para absorber de forma eficaz todas las condiciones adversas que se pueden presentar en el proceso en procura de mantener una operación continua de la planta, es decir, se disminuye de forma significativa el **"Tiempo Fuera de Servicio de la Planta"**

Con la implementación del recubrimiento de diamante es posible incrementar la eficiencia de los sellos mecánicos cuando existe la posibilidad de pobre o ninguna lubricación, en fluidos con altas presiones de vapor o presencia de sólidos abrasivos. Obteniéndose las siguientes ventajas:

- 1.** Aumento significativo del tiempo de operación continua y libre de fallas del sistema completo de bombeo y sellado.
- 2.** Retorno de la inversión en un período muy corto.
- 3.** Extensión de los índices TPEF y TPER.
- 4.** Se amplía enormemente el rango de aplicaciones posibles.



Estructura *DiamondFaces®* magnificado a 10.000 x 20 µm
Fuente: EagleBurgmann Quality Assurance

1. Aumento del tiempo de operación libre de fallas

La reducción de la fricción entre las caras de sellado reduce el calor generado, lo que aumenta la capacidad para operar en seco. En segunda instancia, la reducción del calor generado protege a los sellos secundarios elastoméricos "O-rings" ó "Juntas Toroidales".

Debido a que prácticamente no hay desgaste de las caras de sellado con este recubrimiento de diamante, aún estando en contacto ambas caras, una contra la otra, se obtiene una importante extensión de la operación continua, inclusive cuando el sello mecánico se somete a una operación en seco, situación que puede ocurrir de forma frecuente en ciertos procesos que manejan fluidos con bajo punto de ebullición. Por otro lado, la alta dureza del material, lo hace altamente resistente a la presencia de sólidos en el fluido de proceso.

2. Pronta recuperación de la inversión

Esta tecnología permite incrementar el tiempo de operación continua y la confiabilidad, por lo tanto, se logran disminuir los costos de operación durante la vida útil del sistema en general. Los análisis realizados utilizando la herramienta desarrollada por las entidades "Fluid Sealing Association - FSA (Asociación de Sellado de Fluidos) y la "European Sealing Association – ESA (Asociación Europea de Sellado), que es un programa que calcula el retorno de la inversión, tomando en cuenta todos los factores de costo posibles, demuestran que el "Retorno de la Inversión" se puede lograr en un período muy corto de tiempo principalmente debido a la extensión del tiempo de operación continua del equipo principal.

Los bloques de costo que pueden ser influenciados de forma significativa con el uso del material *DiamondFaces®* son principalmente los siguientes:

- Los costos de servicio y mantenimiento de todo el sistema de bombeo completo.
- Costos de servicio y mantenimiento del sello mecánico.
- Los costos relacionados con el tiempo fuera de servicio de la planta "pérdida de la producción", también aquellos costos involucrados con factores de seguridad operacional, como lo es la colocación de bombas de respaldo.

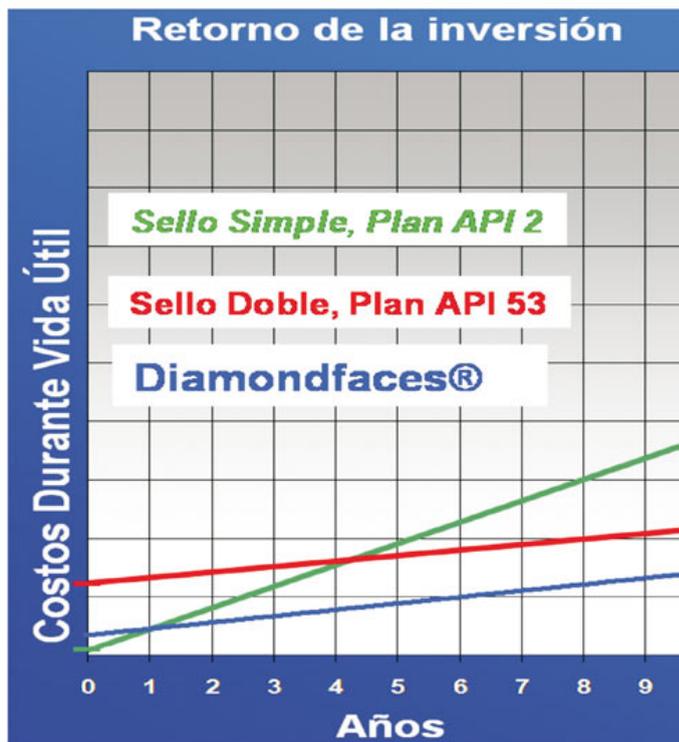


Gráfico resultado del uso del programa "Life-Cycle Cost Estimator" desarrollado por la FSA / ESA



EagleBurgmann.

Líderes en Tecnología de Sellado para Procesos Industriales



DiamondFaces®

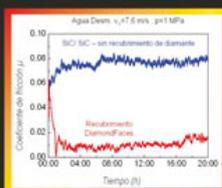


Una Nueva Era en la Tecnología de Sellos Mecánicos

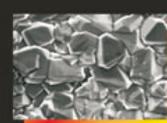
Es un proceso único patentado por EagleBurgmann. Es literalmente diamante cristalino "Ultrapuro" producido sintéticamente, con estructura semejante al diamante natural. Este recubrimiento micro cristalino incrustado sobre caras de Carburo de Silicio, es capaz de alcanzar desempeños nunca antes vistos en Sello Mecánico alguno. Con esta innovación se logran tiempos mucho más largos de operación y aumento de la confiabilidad del equipo rotativo.

Esta tecnología se puede considerar, sin temor a exagerar, un "Hito Histórico" en la evolución de la tecnología de Sellos Mecánicos.

Utilizando la tecnología **DiamondFaces®** en los Sellos Mecánicos, prácticamente se estaría eliminando hasta en un 70% los factores que ocasionan fallas en los mismos (Operación en seco, fractura y desgaste de las caras por vibración, ataques químicos, etc.



Reactor para el proceso de "Deposición por Vapores Químicos" @ T ≤ 2500°C



Ampliación a 30 mm microestructura del DiamondFaces®



www.eagleburgmann.com

Conozca más sobre esta nueva Tecnología, visite: www.diamondfaces.com

Burgmann de Venezuela, C.A.

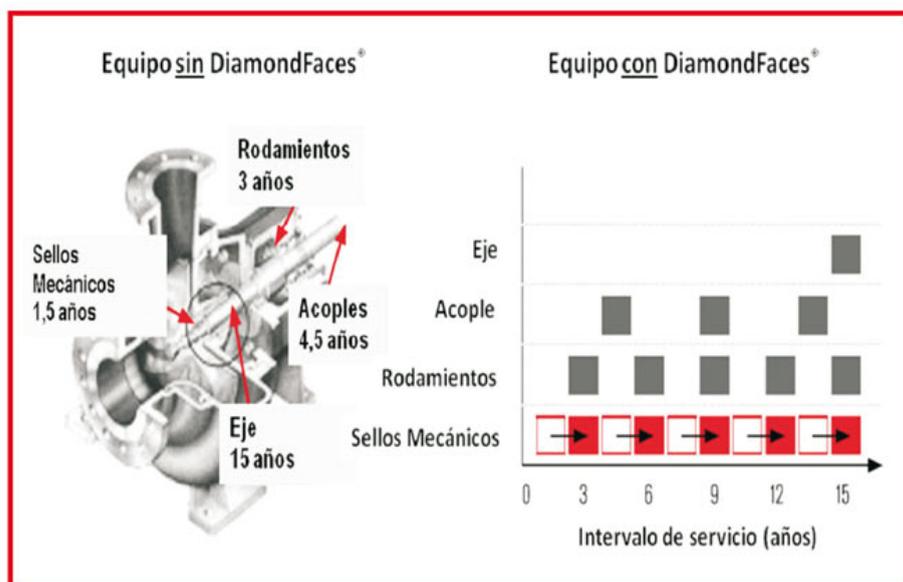
RIF. J-00248725-9

Oficina Principal Caracas (0212) 242.15.48 - 16.77
Centro de Producción Valencia (0241) 871.71.12

3. Extensión de los índices TPEF y TPER.

Con el uso de este material se puede lograr solapar el tiempo promedio de vida útil del sello mecánico con los intervalos de mantenimiento de otros componentes del equipo principal o de la planta como pueden ser los rodamientos y los acoples de eje.

De acuerdo al análisis de costo efectuado y los tiempos de vida útil promedio de los diferentes componentes de un sistema de bombeo, se determina que pueden evitarse reparaciones no programadas y los costos que involucra el tiempo del equipo fuera de servicio y parada de la producción, mediante la extensión del tiempo de operación de los sellos mecánicos.



Ejemplo que muestra cómo puede aumentarse el tiempo de vida útil del sistema completo de 1,5 a 3 años

4. Se amplía el rango de aplicaciones posibles

El uso del material *DiamondFaces®* estaría plenamente justificado para aquellas aplicaciones donde la confiabilidad es determinante para mantener las operaciones estables en una planta o facilidad, los sectores industriales que pueden encontrar beneficios con este material van desde la industria petrolera (producción, refinación, gas), petroquímica, química, farmacéutica, servicios para edificios, hoteles y piscinas y hasta las más rigurosas aplicaciones de lodos abrasivos "slurries" que se pueden encontrar en minería.

Durante la operación normal, el calor generado por las caras de sellado con este recubrimiento, disminuye debido a la reducción de la fricción, el resultado es que se requiere menos enfriamiento para el caso de los sellos dobles con sistema auxiliar de respaldo, también permite aumentar los límites de operación en aquellas aplicaciones con fluidos que poseen bajo punto de ebullición (o alta presión de vapor). La gran resistencia al ataque químico demostrada por el *DiamondFaces®* frente a prácticamente cualquier sustancia y su altísima resistencia mecánica frente a la presencia de sólidos, hacen que el mismo pueda ser estandarizado en la industria

química y farmacéutica. Cuando se utiliza la combinación de caras de sellado "Carbón vs Carburo de Silicio", el material que se desgasta, en este caso el carbón, puede introducir partículas no deseadas al proceso como resultado del desgaste normal de operación, este aspecto para ciertos procesos puede ser inaceptable, de acuerdo a normas internacionales o especificaciones de pureza del fluido de proceso. También pueda ser que no se admita contaminación del proceso con fluido de barrera cuando se usan sellos dobles, en estos casos, el uso del material *DiamondFaces®* puede ser la alternativa más conveniente.



CONFIABILIDAD
INDUSTRIAL

Cambiamos para mejorar

UN NUEVO NOMBRE, LA MISMA PASIÓN, UN MAYOR COMPROMISO...

Suscríbete a tu Revista Confiabilidad Industrial y recíbela **GRATIS!!!** en tu puesto de trabajo, envía un email con tus datos (nombre, cargo y empresa) a: revista@confiabilidad.com.ve

Visítanos en www.confabilidad.com.ve

Total Deer Creek Bornemann, Canadá



Problema a solucionar:

El nuevo proceso de "Drenaje por Gravedad Asistido por Vapor" (Steam Assisted Gravity Drainage Process) se utiliza para la explotación de los campos de Arenas-Bituminosas en Canadá. En este proceso, el componente petróleo es disuelto por el vapor y es transportado por medio de bombas multifásicas de la marca Bornemann. Debido a que el producto viene con un alto contenido de partículas abrasivas y por otro lado existe alta frecuencia de baches de gas, lo que hace que los sellos trabajen en seco, el tiempo promedio entre fallas de los sellos mecánicos originalmente era de 2 semanas.

Condiciones de operación:

- Material base de las caras de sellado: Carburo de Silicio.
- Fluido de proceso: Agua caliente, petróleo, gas y arena.
- Presión en el área del sello: 1,0 Bar a.
- Temperatura: 100 °C.
- Velocidad de rotación: 1300 RPM.
- Velocidad de deslizamiento: 6 m/s.

Solución:

El tiempo de servicio fue incrementado más de diez veces con la implementación de las caras de diamante *DiamondFaces®*, el sello mecánico en cuestión es de la marca *EagleBurgmann*, modelo HJ42S1/80-G179.1. Los resultados positivos en esta aplicación indican que el nuevo material se puede utilizar como estándar para todas las aplicaciones de bombeo multifásico existentes.



Sección de procesos de lapeo en el centro de producción de sellos mecánicos de la empresa EagleBurgmann, Atec Automatisierungstechnik, Alemania.

Problema a solucionar:

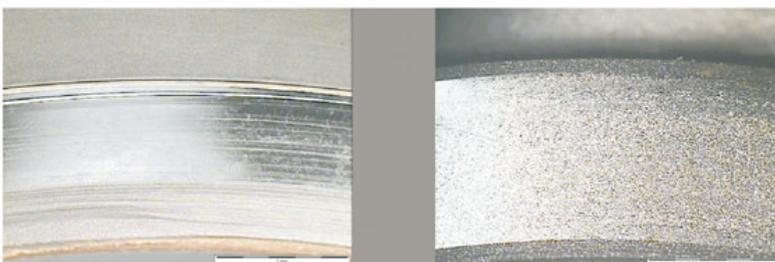
Incrementar el tiempo de servicio de los sellos mecánicos de las bombas de recirculación del fluido que se utiliza para los procesos de rectificación, lapeo, pulido y lavado de las caras de sellado de carburo de silicio y tungsteno para sellos mecánicos. El producto manejado es altamente abrasivo, ya que contiene gran porcentaje de partículas de diamante (provenientes de las pastas de lapeo y pulido); partículas de carburo de silicio y otros carburos en suspensión. Se aplica un fluido de barrera de forma intermitente.

Condiciones de operación:

- Fluido de proceso: Suspensión para lapeo a base de aceites solubles, agua, partículas de diamante y partículas carburo de silicio.
- Presión en el área del sello: 1,8 Bara
- Temperatura: 25 °C
- Fluido de barrera: Agua
- Presión de barrera: 4-6 Bar a
- Velocidad de rotación: 300 RPM
- Velocidad de deslizamiento: 0,9 m/s

Solución:

Se implementó un sello mecánico marca *EagleBurgmann*, modelo Cartex/40 y M7N/40, con caras de sellado *DiamondFaces®* sobre un sustrato de carburo de silicio Buka27 con resultados altamente satisfactorios, incrementando la vida útil en una relación de 6 veces la vida útil de los sellos originales.



Servicio: Agua a 40°C con partículas abrasivas en suspensión. IZQUIERDA: Caras de Carburo de Silicio después de 1.200 h de operación (parada por alta fuga). DERECHA: Caras de *DiamondFaces®* después de 11.500 horas de operación (caras en perfecto estado y ninguna fuga).



GLOSARIO

PRINCIPIO DE PARETO

El Análisis de Pareto es una técnica estadística que permite separar y priorizar las causas de algún problema crítico. El principio de Pareto es utilizado para visualizar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde las causas más triviales hasta las más frecuentes, de manera que un equipo de trabajo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mitigar el problema. Reducir los problemas más significativos será más útil para una mejora general que reducir los menos significativos.

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Joseph Juran en honor del economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Con esto estableció la llamada "Ley de Pareto" según la cual la desigualdad económica es inevitable en cualquier sociedad. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Es lo que se conoce como la regla "pocos vitales, muchos triviales"

En relación con los estilos gerenciales de Resolución de Problemas y Toma de Decisiones (Conservador, Bombero, Oportunista e Integrador), vemos como la utilización de esta herramienta puede resultar una alternativa excelente para un gerente de estilo Bombero, quien constantemente a la hora de resolver problemas solo "apaga incendios", es decir, pone todo su esfuerzo en los "muchos triviales" desenfocándose de los "pocos vitales" que realmente están causando la mayoría de los problemas.

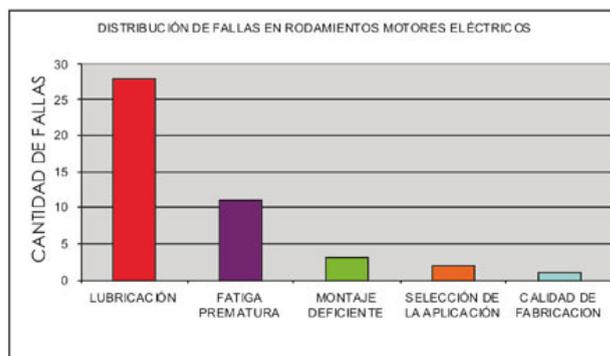
DIAGRAMA DE PARETO

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje. La gráfica es muy útil al permitir identificar visual-

mente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para ejecutar una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.



Puede verse que el Diagrama de Pareto es un gráfico de barras que enumera las categorías en orden descendente de izquierda a derecha, el cual puede ser utilizado por un equipo para analizar causas, estudiar resultados y planear una mejora continua. Visualiza las muchas causas triviales vs. las pocas vitales. Al resolver una sola de estas minorías vitales estaremos eliminado la mayor parte del problema.

ALGUNOS EJEMPLOS DE MINORÍAS VITALES

- La minoría de clientes que representen la mayoría de las ventas.
La minoría de las características de la calidad causantes del grueso de desperdicios.
- La minoría de rechazos que representa la mayoría de quejas de la clientela.
- La minoría de las fallas que están causando la mayoría de las paradas de producción.
- La minoría de los repuestos que representan la mayor parte de los costos.
- La minoría de productos que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.
- La minoría del personal que representa la mayoría del ausentismo.

EL DIAGRAMA DE PARETO PASO A PASO

1. Seleccionar categorías lógicas, o causas comprobadas para el problema de análisis, incluir el periodo de tiempo del estudio o al que corresponden los datos.
2. Reunir los datos, usar registros históricos.
3. Ordenar los datos de la mayor categoría a la menor
4. Totalizar los datos para todas las categorías
5. Calcular el porcentaje del total de cada categoría
6. Graficar los datos por categorías, en orden descendente de izquierda a derecha: Gráfico de barras verticales.
7. Si existe una categoría "otros", debe ser colocada al final, sin importar su valor.
9. Trazar la escala del eje vertical derecho para el porcentaje acumulativo, comenzando por el 0 y hasta el 100%
10. Analizar la gráfica para determinar los "pocos vitales"



SOLUCIONES DE CONFIABILIDAD INDUSTRIAL

- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO ■
- MONITOREO Y ANÁLISIS DE VIBRACIONES ■
EN EQUIPOS ROTATIVOS
- ALINEACIÓN LÁSER ■
- BALANCEO DINÁMICO ■
- ASESORÍA TÉCNICA ■

ACADEMIA DE CONFIABILIDAD

- ANÁLISIS DE VIBRACIONES ■
NIVEL I Y II SEGÚN ISO 18436-2
- LUBRICACION INDUSTRIAL ■
- BALANCEO Y ALINEACIÓN ■
DE EQUIPOS ROTATIVOS
- TECNOLOGÍAS PREDICTIVAS ■
- MANTENIMIENTO CENTRADO ■
EN CONFIABILIDAD



Carrera 9, Edificio Churún Merú N°2B, Lechería, Anzoátegui
Venezuela, Telf.: 0414-8174180 / (0281)2812441
e.mail: academia@confiabilidad.com.ve





Intercambiadores de Calor y Calderas C.A.

Especialistas en Mantenimiento de Equipos de Transferencia de Calor (Intercambiadores, Hornos y Calderas)



- Reparación y alteraciones de equipos estampados ASME.
- Fabricación de todo tipo de recipientes a presión con o sin estampe ASME.
- Izamiento de cargas.
- Soldadura en general.
- Soldaduras especiales (TIG, MIG, aluminio, aceros inoxidables, bronce, etc.)
- Tratamientos térmicos localizados.
- Sand-blasting e hidro-blasting.
- Pintura industrial.
- Limpiezas industriales en general.
- Paradas de planta.
- Suministro de personal, equipos y herramientas.
- Hidroextractor de haces tubulares (60.000 Lbs de empuje).

**El más
versátil
en su tipo**



Nuestra meta:
Cero accidentes

Principal: Av. No. 5 (Vía Complejo Petroquímico El Tablazo). Los Puertos de Altagracia Edo. Zulia.
Tele-Fax: (0266) 3210222 (Master) – 3210961. Celular: (0414) 3617300 – 3617301 e-mail: incalca@cantv.net; incalca@mipunto.com

Sucursal Oriente: Av. José Antonio Anzoátegui. C.C. Puerto Píritu. Local PB-06. Puerto Píritu Edo. Anzoátegui.
Tele-Fax: (0281) 4412782. Celular: (0414) 3600487 e-mail: incalcaoriente@mipunto.com; abarboza@incalca.com