

OPTIMIZACIÓN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO: HACIA LA TEROTECNOLOGÍA DE CLASE MUNDIAL

OLIVERIO GARCÍA PALENCIA*

Resumen:

La empresa de hoy entiende que la “Gestión Eficaz de Activos” es altamente especializada y compleja, que es la fuente de grandes ventajas competitivas, pero a su vez también un área de extremo cuidado. Si bien son diversas las tácticas de gestión, la “Confiabilidad Operacional” se destaca como la de mayor ímpetu, pues permite implementar estrategias para alcanzar la Excelencia Organizacional.

La Optimización Integral de Mantenimiento (MIO, por su sigla en Inglés) propone, en función de cada plan estratégico, un enfoque para desarrollar sus funciones en un marco conceptual estructurado, integral y global. Para ello se debe implementar cubriendo sus cuatro áreas fundamentales: Desarrollo del Talento Humano, Definición de las Estrategias, Optimización de los Activos Físicos, y de los Procesos y Sistemas de Información.

El presente paper presenta una perspectiva que se orienta a la optimización integral de las actividades de mantenimiento, alineadas con la visión del negocio. Para ello se debe tener en cuenta que el objetivo a cumplir es lograr la Competitividad Organizacional. La clave de la competitividad esta en los objetivos, las estrategias y la cuantificación de los indicadores; la MIO incluye las técnicas más avanzadas en estos aspectos, tornándose en una poderosa alzaprima de transformación de la gestión moderna de activos.

Palabras Claves: MIO, Optimización, Confiabilidad, Talento Humano, Conocimiento, Terotecnología.

INTRODUCCIÓN

En los últimos treinta años, el mantenimiento dentro de la industria moderna ha experimentado una serie de profundas transformaciones a nivel tecnológico, económico, social, organizacional y humano. Estos cambios son consecuencia de la actual competitividad de los negocios y la globalización de los mercados. Ante este panorama, los principios de la “Gestión de Activos basada en Ingeniería de la Confiabilidad Operacional”, representan la única vía efectiva que permite a las empresas, enfrentar de forma eficiente los retos constantes a los cuales están sometidas las organizaciones de hoy.

La función Mantenimiento en cada uno de los niveles de su estructura organizativa debe aportar estrategias de mejora, a partir del diagnóstico y análisis de las oportunidades para la optimización de costos y la evaluación del impacto del mantenimiento, en sus cuatro áreas fundamentales [1]:

1. Capacidad de Producción

Mejora de la productividad de la planta
Aumento de la capacidad de los equipos.

2. Costos de Manufactura

Reducción de tiempos de mantenimiento
Reducción de los tiempos de paradas.

* Ingeniero Mecánico de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Es Especialista en Mantenimiento Industrial del Incolda. Especialista en Administración Sistemas de Información de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Ingeniería de Software de la UIS. Magíster (MSc) Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes (Bogotá), con línea de investigación en Mantenimiento Industrial y Vibraciones Mecánicas. Actualmente y desde hace 26 años, es docente investigador del programa de Ingeniería Electromecánica y de los postgrados de la UPTC (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia), en la Sede de Duitama (Boyacá), donde se ha desempeñado en las áreas administrativa, docente, de investigación, de extensión y de asesoría y consultoría industrial, y ha sido director, asesor y jurado de más de 150 trabajos de grado. oligar52@yahoo.com

3. Seguridad Industrial

Reducción de fallas críticas y catastróficas
Mayor seguridad del personal.

4. Satisfacción de los Clientes

Cumplimiento de las entregas
Alta calidad de los productos.

Las empresas que han logrado impactar en forma real estas cuatro áreas, pertenecen al privilegiado grupo de las empresas de “*Categoría Mundial*”, y el aspecto que las identifica es la aplicación de prácticas comunes denominadas “*Las Diez Mejores Prácticas*”, que son:

- Trabajo en equipo
- 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 materiales
- Integración de los sistemas
- Gerencia de paradas de plantas
- Producción basada en confiabilidad.

II. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Las áreas de mantenimiento de la industria moderna deben prepararse para un entorno dinámico, propio de una economía globalizada y de constante evolución tecnológica, adoptando esquemas flexibles que le permitan cambiar y evolucionar en todos los aspectos de la organización a fin de asegurar su viabilidad futura.

La Gestión del Mantenimiento busca garantizarle al cliente interno o externo la disponibilidad de los activos fijos, cuando lo requieran con Confiabilidad y Seguridad Total, durante el tiempo óptimo necesario para operar con las condiciones tecnológicas exigidas previamente, para producir bienes o servicios que satisfagan necesidades, deseos o requerimientos de los usuarios, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno al menor costo posible y con los mayores índices de productividad, rentabilidad y competitividad [2].

En este nuevo milenio el área de mantenimiento ha sufrido grandes transformaciones dejando de ser vista como un centro de costos, para pasar a ser un proceso integral que contribuye a la generación de utilidades industriales, y es responsable de la sobrevivencia de la empresa.

El mantenimiento actual posee un rol destacado dentro de la *Confiabilidad Operacional* por su importante contribución

a la *Seguridad*, respeto al *Medio Ambiente*, *Productividad* y *Rentabilidad industrial*, garantizando una alta disponibilidad y confiabilidad de los activos.

Con la finalidad de explotar las ventajas disponibles en la gestión de activos y de garantizar su gerencia responsable, se necesita trabajar sobre tres principios básicos [2]:

1. Utilizar “Talento Humano” idóneo
2. Gestionar el conocimiento pertinente
3. Tomar las decisiones en forma correcta.

Un proceso eficaz de Gestión del Mantenimiento requiere involucrarse en un proyecto de cambio que debe basarse en los siguientes puntos:

- Creer que el cambio es importante y valioso
- Tener una visión que describa el estado deseado
- Implementar estrategias para alcanzar la visión
- Liderar el proceso con las personas adecuadas
- Identificar las barreras reales y potenciales
- Medir los resultados con indicadores de gestión
- Entrenar y formar para corregir comportamientos no deseados
- Establecer sistemas óptimos de reconocimiento y recompensas.

III. OPTIMIZACIÓN INTEGRAL

La Optimización Integral de los Activos propone, en función de la orientación a los negocios y el plan estratégico, un enfoque para desplegar la función del mantenimiento dentro de un marco conceptual global, integral y estructurado [3].

La MIO requiere la optimización total de sus cuatro áreas fundamentales (Figura 1): La Gestión del Talento Humano, las Estrategias, los Recursos Físicos y Materiales, y los Sistemas y los Procedimientos, desarrollando en cada una de ellas todos sus aspectos conceptuales y un eficaz proceso de implementación [3].

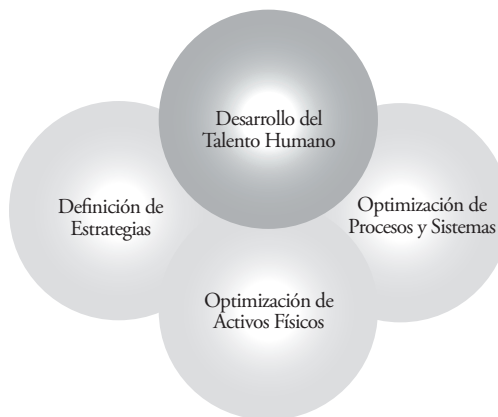


Figura 1. Áreas de la Optimización Integral.

El mantenimiento debe concebirse orientado a los negocios (*Business Centred Maintenance - BCM*, Anthony Kelly - Reino Unido), y orientado a los resultados (*Results Oriented Maintenance - ROM*, Christer Idhammar - Suecia). Para ello se debe tener en mente el objetivo a lograr: la Competitividad. Para conquistarla existen algunos factores claves como son la Calidad, satisfacción de las necesidades de los clientes y precio competitivo, con base en *Productividad* [3].

Pero la calidad, la productividad, el respeto por la seguridad y el medio ambiente, no son suficientes si no son permanentes, se deben lograr siempre y para ello se necesita el aporte del quinto factor clave de la competitividad: la *Confiabilidad* [3].

La Confiabilidad es lo que faculta asegurar los cuatro factores a lo largo del tiempo y por lo tanto garantizar la rentabilidad. La Confiabilidad del Talento Humano es la estrategia clave para gestionar la información y tomar las decisiones más acertadas. El desarrollo del Talento Humano, es por tanto el elemento indispensable para incrementar la Confiabilidad de los Activos.

IV. GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

En un proceso de Optimización Integral del Mantenimiento es esencial la gestión eficaz del Talento Humano, mediante el uso de modelos de competencias, la dirección por valores, el trabajo en grupo (*Groupware* y *Wokflow*), el empoderamiento (*Empowerment*), el entrenamiento (*Coaching*), el Liderazgo y la Inteligencia Emocional, porque se requiere que cada una de las personas se comprometa e involucre con la misión y objetivos de la empresa.

La Confiabilidad del Talento Humano se define como la probabilidad de desempeño eficiente y eficaz de las personas, en todos los procesos, sin cometer errores o fallas derivados del conocimiento y actuar humano, durante su competencia laboral, dentro de un entorno organizacional específico. La Confiabilidad Humana incluye múltiples elementos para la proyección personal (Ver Figura 2), que permiten optimizar los conocimientos, habilidades y destrezas de los individuos con el fin de generar "Capital Humano".

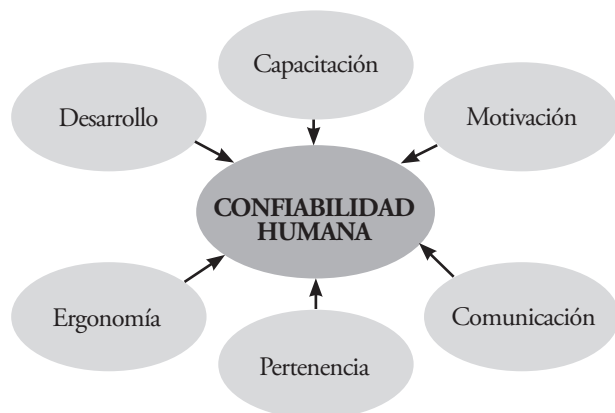


Figura 2. Elementos de la Confiabilidad Humana.

El Capital Humano es el incremento logrado en la capacidad de producción, mediante el desarrollo de las competencias de los trabajadores de la empresa. Está formado por el ingenio y el conocimiento que hacen parte de las personas, su salud mental y la calidad de sus hábitos de trabajo. Estas facultades se adquieren con entrenamiento, experiencia, dedicación y formación. También es común señalar al Capital Humano como indispensable para la competitividad de las economías modernas ya que su productividad se basa en la generación, difusión y uso del conocimiento. Capturar y aprovechar las facultades humanas en beneficio de la organización, permite convertir Capital Intelectual en Capital Financiero, lo cual constituye un nuevo paradigma industrial.

El mejoramiento de la Confiabilidad Humana se puede lograr mediante la integración de varias estrategias, que incluyan una adecuada Gestión del Conocimiento, la consolidación de los Equipos Naturales de Trabajo, aplicación de Modelos de Competencias y la creación de comunidades del conocimiento para avance del mantenimiento, gestionando su desempeño convenientemente, con el fin de asegurar su competitividad, su efectividad y poder preservar el conocimiento de la organización [4].

Potenciar las estrategias anteriores sería imposible si no se cuenta con el Talento Humano esencial, el cual representa el soporte de toda organización. Dentro de esta perspectiva se tienen estrategias relacionadas con la gente, su conocimiento, las competencias propias de la empresa, los factores claves de éxito, que impulsan su competitividad y la hacen perdurable en el tiempo. Estas estrategias integran los elementos vitales para gerenciar el activo principal de la corporación llamado "Capital Intelectual".

Para que el aprendizaje individual sea provechoso debe ir acompañado del aprendizaje empresarial, que representa el "Capital Intelectual Estructurado" de la organización. El primero es propiedad de la persona y reside en la memoria de cada uno; el segundo siempre es propiedad de la empresa y reside en un sistema o en la memoria corporativa, donde el uso creativo e innovador de la tecnología informática y sus diversas opciones de comunicación sin fronteras (*Internet*, *Intranet*, *Extranet*, *Videoconferencias*), constituyen el factor decisivo para gerenciar el conocimiento. Esto implica crear mecanismos que permitan el auto-aprendizaje y el auto-desarrollo de competencias [4].

El aspecto primordial de esta filosofía es el necesario cambio cultural de las organizaciones, que lleva a aumentar el auto-estima del personal, cuando sus opiniones son importantes y generan valor agregado, anexo al alcance y comprensión de la utilidad que tiene la correcta toma de decisiones.

Los procesos de la Confiabilidad Humana necesitan satisfacer ciertos criterios [5]:

- Se debe trabajar con enfoque sistémico simple, no burocrático, que sea comprendido por todos.
- Los procesos de Capacitación para Toda la Vida deben establecerse prioritariamente.
- Debe haber un “Líder de Confiabilidad” del más alto nivel, con dedicación total al desempeño de su función.
- Los roles individuales conocidos por todos, deben ser alcanzables y con metas claras que puedan ser medidas fácilmente.
- Cuando no se logran las metas, la gerencia debe decidir las acciones correctivas y los ajustes al programa.
- El Kairyo, Innovación y Reingeniería deben ser herramientas de uso continuado.
- Cada falla técnica o error humano debe ser visto como una oportunidad de mejoramiento.
- Se deben establecer programas de Mejoramiento Continuo.

Estrategias de Confiabilidad Humana

La “Gestión de Activos”, (AM) por su sigla en ingles, es hoy la estrategia con la cual muchas compañías a escala universal están maximizando su productividad y su rentabilidad para seguir siendo competitivas y permanecer dentro del mercado internacional.

A su vez, todos los procesos soportados en la Confiabilidad Operacional, son la base de las estrategias que se generan para alcanzar la excelencia en las actividades industriales. Como se dijo anteriormente las estrategias vitales en la orientación y mejoramiento de la Confiabilidad Humana, son las cuatro mostradas en la Figura 3, que se explican en los párrafos siguientes.

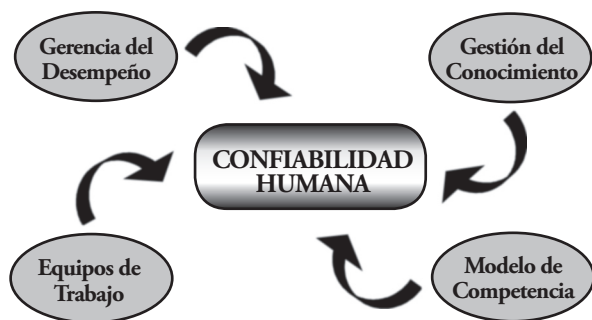


Figura 3. Estrategias de la Confiabilidad Humana.

Gerencia del Conocimiento

Mediante una eficaz gestión del conocimiento se desarrolla el proceso de selección que suministra el Talento Humano capacitado para ejercer las labores industriales y preservar el “Capital Intelectual” de la organización.

Desde el punto de vista de las organizaciones, se puede definir el conocimiento como la información que posee valor para ella, es decir la información que permite generar acciones encaminadas a satisfacer las demandas del mercado, y apoyar las oportunidades a través de la explotación de las competencias centrales de la organización.

Así pues, es evidente la importancia de obtener información de utilidad, pero hay que saber hacerlo de manera sistemática, y saber determinar cuáles son los instrumentos, existentes hoy, para la localización y obtención de esa información. Esa es la labor de la Gestión del Conocimiento.

Un punto importante a considerar es el hecho que la empresa por si sola no puede generar conocimiento, sino que son las personas que la componen, quienes establecen las nuevas percepciones, pensamientos y experiencias, que constituyen el “Know How” de la organización. En realidad quien aprende es la persona. Por ello junto a la evaluación de conocimientos adquiridos y experiencias realizadas, debe valorarse su capacidad de aprendizaje. Para aprender es fundamental tener objetivos que alcanzar y metas que cumplir, para lo cual se requiere un alto nivel de interés y motivación.

La fuerza de trabajo como capital intelectual, es quien resuelve los problemas y provee las actividades que aseguran el éxito. Pero se requiere el empeño de la alta gerencia para liderar procesos de capacitación, motivación e incentivación de los trabajadores, para generar nuevas actitudes, aptitudes, reconocimiento y confianza, en el mediano y largo plazo.

Bajo estos principios, gestionar las estrategias para generar nuevo conocimiento, es de vital importancia para la industria, y sin la articulación efectiva de la información que le sirva de soporte, no se lograría una buena administración y generación de valor.

Formación por Competencias

Es la herramienta estratégica indispensable para enfrentar los nuevos desafíos que impone el entorno. El Modelo de Competencias es una de las estrategias principales en el desarrollo del Talento Humano, busca impulsar al más alto nivel de calidad las competencias individuales, acordes con las necesidades operativas, y garantiza el desarrollo y administración del potencial intelectual de todos los miembros de la organización.

Los constantes avances tecnológicos, la globalización de los mercados y el aumento de la productividad ponen de manifiesto, que la ventaja competitiva de las organizaciones depende de su Capital Humano. Esto justifica la necesidad de un nuevo enfoque de la Gestión del Talento Humano, que posibilite un mejor alcance de los objetivos estratégicos de la misma. La Gestión Basada en Competencias es el nuevo

modelo integral para gestionar el talento, que promueve a su vez la identificación, adquisición, potenciación y desarrollo de competencias que añaden valor a la organización.

Un perfil de competencias depende básicamente de las funciones que se desarrollen en el puesto de trabajo, y por supuesto de las estrategias y la cultura organizacional.

Los Modelos de Competencias tienen como objetivo impulsar la innovación para el desarrollo tecnológico, donde los trabajadores conocen su propio perfil de competencias y el requerido para el cargo que ocupan o aspiran, identificando las acciones necesarias para conseguirlo. Se incentiva así la innovación y el auto- aprendizaje [4].

La gestión por competencias hace la diferencia entre un curso de capacitación, con un sistema de formación, entrenamiento y experimentación, que es necesario para establecer los requerimientos de un cargo o identificar las capacidades de un profesional.

En la era actual, donde la información y la tecnología están al alcance de todos, la única ventaja competitiva es la capacidad personal de adaptarse al cambio. Esto se logra mediante el impulso que genera la formación para toda la vida del Talento Humano, donde se mide y valora la formación y experiencias, de acuerdo con un sistema de competencias.

Equipos Naturales de Trabajo

Un equipo natural de trabajo es un conjunto de personas de diferentes funciones dentro de la organización que trabajan juntas por un período de tiempo determinado en un clima de potenciación de energía, para analizar los problemas de los diferentes departamentos, hacia el logro de un objetivo común [6].

Los miembros de un Equipo Natural de Trabajo, no deben ser más de diez personas y deben conformarse típicamente como se observa en la Figura 4, con uno o dos representantes por las diferentes funciones.

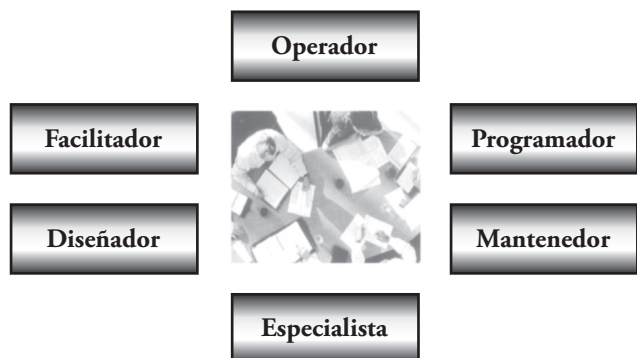


Figura 4. Equipo Natural de Trabajo.

Los roles se describen de la siguiente manera [6]:

- **Operador:** Proporciona la experiencia en cuanto al manejo y operabilidad de sistemas y equipos.
- **Planificador / Programador:** Proporciona la Visión holística del proceso, y ofrece la visión sistémica de la actividad.
- **Mantenedor:** Experiencias de aprendizaje en la reparación-mantenimiento de sistemas y equipos.
- **Especialistas:** Expertos en áreas específicas.
- **Diseñador / Ingeniero de Procesos:** Proveer los elementos del diseño y operación de los activos.
- **Facilitador:** Asesor técnico o metodológico.

Una de las características principales en la industria moderna es la conciencia sobre la visión empresarial, que guía las acciones de los Equipos Naturales de Trabajo, con el objeto de asegurar la implementación de las diversas estrategias, la sincronización de actividades, el establecimiento de planes integrales de acción y la optimización integral de los costos de producción y mantenimiento de la organización.

Gerencia del Desempeño. Es el proceso que permite evaluar y monitorear la idoneidad del Talento Humano durante la implantación y desarrollo de las estrategias propuestas, con el fin de garantizar la generación de valor, y establecer acciones correctivas de manera proactiva.

La gestión del Talento Humano comprende formación de habilidades, competencias, motivación, entrenamiento, toma de conciencia, empoderamiento, selección, evaluación y otros, así como un proceso efectivo para garantizar la retención del conocimiento en la organización.

Para evaluar el desempeño son necesarias una serie de acciones rápidas, con resultados inmediatos, para que tanto la gerencia como el personal puedan aplicar los correctivos oportunamente. Por ello, las labores deben centrarse en los puntos, o en los indicadores, sobre los que se pueda tener un mayor control, tanto visualmente como a nivel de resultados.

Uno de los aspectos claves de la formación industrial es la gestión del desempeño personal, pero sobre todo gestionar las relaciones entre las personas. Hoy existe gran cantidad de software para capacitación que cubre casi todas las áreas del conocimiento. Por tanto, la responsabilidad principal no consiste en crear expertos, sino en lograr el aprendizaje de habilidades sociales y de relaciones interpersonales.

El factor fundamental para conseguir un aprendizaje eficaz es la confianza. El aprendizaje, la colaboración o la confianza no suceden de manera automática. Hay que provocarlos, inducirlos, fomentarlos, crear las condiciones idóneas para que surjan y generen nuevos conocimientos que provean un mayor Capital Intelectual a la organización.

La clave para alcanzar la excelencia organizacional se centra en las personas y su gestión. Las empresas se están dando cuenta de que más allá de las tecnologías y los procesos, son los conocimientos y el saber de sus colaboradores, cada vez más preparados, los que aportan el Capital Intelectual a la organización.

Para gestionar eficazmente el desempeño es necesario vencer “la resistencia al cambio”, que es una conducta natural del ser humano ante cada situación novedosa, cada propuesta diferente, o todo aquello que transforma el esquema de pensamiento y acción vigente.

Gestionar el cambio es una tarea cardinal de la alta dirección. Para superar con éxito las diferentes explosiones tecnológicas, la gerencia debe afrontar el proceso de cambio, creando un clima organizacional donde técnicos, facilitadores y líderes, asuman riesgos y orienten nuevas iniciativas, cuidando el balance entre lo informal y la búsqueda real de los objetivos industriales.

V. DEFINICIÓN DE LAS ESTRATEGIAS

Cuando hay que enfrentar el desafío de desarrollar nuevas estrategias, normalmente se escoge uno de dos enfoques. El primero se basa en reglas o normas, y busca sacarlas de las lecciones aprendidas. El segundo consiste en reducir las opciones, se establece un amplio conjunto de alternativas y luego se hace el análisis lógico para restar opciones hasta llegar a la estrategia óptima.

Las empresas exitosas obtienen ventajas competitivas dejando de lado las listas de reglas establecidas y el enfoque de reducción de opciones. Por el contrario, adoptan conductas que desafían el sentido común, que toman por sorpresa al mercado y al competidor. Estas compañías parecen contar con opciones no consideradas, o inicialmente desechadas por otros.

Para definir nuevas estrategias se debe considerar los factores siguientes [3]:

- La Estrategia Global de la Empresa
- Los Objetivos Estratégicos Competitivos
- Los Niveles y Procesos de Decisión
- El Inventario y Criticidad de la Planta
- El Análisis Funcional de Activos
- Las Nuevas Tendencias del Mantenimiento
- Los Indicadores de Gestión.

Dentro de las principales estrategias de un sistema moderno de mantenimiento, con enfoque proactivo, se consideran:

- Desarrollo Integral del Talento Humano
- Proyectar la Función del Mantenimiento para la Productividad

- Aplicar estrategias de Confiabilidad Operacional
- Fomentar el Trabajo en Equipo
- Establecer panoramas de Riesgo y de Protección del Medio Ambiente
- Construir una Nueva Cultura de Confiabilidad
- Utilizar Procesos de Kairyo y Reingeniería del Mantenimiento
- Gestionar en forma óptima la información del Mantenimiento.

En la medida que se implementen las nuevas estrategias y se establezcan las necesidades de apoyo, se determinan los procesos lógicos para ejecutarlas y la información referente a las demandas de materiales y equipos, con las necesarias competencias del Talento Humano. Esto permite planificar y controlar los esfuerzos previos y las inversiones, en línea con los fines estratégicos y los requisitos para la optimización de los activos.

Algunos factores claves de éxito, a considerar en la definición de estrategias son [2]:

- Planificación dinámica y “costo-efectiva”
- Definición clara de roles y responsabilidades
- Precisar objetivos y metas específicas
- Integrar las acciones con la Visión Estratégica
- Recurrir a expertos y conocedores de la actividad
- Prever la identificación de problemas potenciales.

VI. CONFIABILIDAD OPERACIONAL

La Ingeniería de la Confiabilidad se destaca como el marco teórico en el cual conviven las estrategias y las metodologías necesarias para la optimización del uso de los activos fijos.

El fin último del Análisis de Confiabilidad de los activos físicos es cambiar las actividades reactivas y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependan de análisis objetivos, situación real, e historial de equipos, y permitan un adecuado control de los costos.

La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejoramiento continuo, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, técnicas de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial [7].

La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional [7].

Es importante, puntualizar que en un sistema de Ingeniería de Confiabilidad es necesario el análisis de sus cuatro frentes

operativos: Confiabilidad Humana, Confiabilidad de los Procesos, Confiabilidad de los equipos y Confiabilidad de Diseño; sobre los cuales se debe actuar simultáneamente si se quiere un mejoramiento de largo plazo.

Estrategias de la Confiabilidad Operacional

Existen diferentes estrategias con las que la Confiabilidad Operacional pretende mejorar los procesos y actividades referentes a mantenimiento. Dentro de las nuevas técnicas de gestión las cuatro esenciales de soporte para la Confiabilidad de los Activos, se muestran en la Figura 5.

El Mantenimiento Basado en Condición (CBM) se lleva a cabo con base en el estado determinado de los activos, que se establece vigilando los parámetros claves de operación, cuyos valores se ven afectados por su estado real. Para poder medir estas condiciones se utilizan técnicas de análisis y diagnóstico de muy amplia divulgación actual y pruebas no destructivas”.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un moderno sistema gerencial de soporte al desarrollo de la industria, que permite con la participación activa de toda la organización tener equipos de producción siempre listos. Su metodología, soportada por múltiples técnicas de gestión, las teorías de la Calidad Total y del Kaizen Japonés, establece las prácticas adecuadas para mejorar la productividad, la rentabilidad y la competitividad empresarial.



Figura 5. Estrategias de Confiabilidad Operacional.

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) es un enfoque sistemático para diseñar planes que eleven la Confiabilidad Operacional de los equipos con un mínimo costo y riesgo; para lo cual combina técnicas de PM, PdM y PrM, mediante acciones justificadas de manera técnica y económica. El objetivo primario del RCM es conservar la función de sistema, antes que la función del activo.

La Optimización del Mantenimiento Preventivo (PMO) es una metodología diseñada para revisar los requerimientos de mantenimiento, el historial de las fallas y la información

técnica de todos los activos en operación. La PMO facilita el diseño de un marco de trabajo racional, rentable, seguro y eficiente, cuando un sistema de Mantenimiento Preventivo se encuentra consolidado y la planta se tiene bajo control. La fuerza fundamental de la PMO se basa en que las acciones de mantenimiento tienen valor agregado, y que el sistema genera mejoras en muchos aspectos de la gestión de activos de la empresa, aparte del Análisis de Confiabilidad.

En la implementación de un Sistema de Confiabilidad es obligatorio establecer un plan estratégico que permita la creación de un ambiente propicio para el éxito. El proyecto debe iniciar con una conveniente previsión y planeación de actividades, debe fundamentarse en los últimos avances tecnológicos, y debe concluir con la integración masiva de varias de las estrategias propuestas, lo que crea en definitiva un sistema de Optimización Integral de Mantenimiento (MIO).

Optimización de los Activos

La “Gestión de Activos” se define como el juego de métodos, disciplinas, procedimientos y herramientas esenciales para optimizar el impacto total de los costos, exposición al riesgo y desempeño Humano en la Vida del Negocio, asociado con la Confiabilidad, Disponibilidad, Usabilidad, Mantenibilidad, Longevidad, Eficiencia y regulaciones de cumplimiento de la Seguridad y el Medio Ambiente, de los activos totales de la compañía [2].

El proceso de Optimización de los Activos implica adquirir todos los recursos materiales esenciales para ejecutar las estrategias establecidas. Se deben definir las máquinas, los equipos e el instrumental para ejecutar las tareas, con los repuestos y materiales necesarios; así como las herramientas estratégicas para optimizar los equipos y los procesos.

Dentro de la Optimización de los activos físicos de la empresa se debe considerar lo siguiente [3]:

- Definir las máquinas y las herramientas
- Adquirir repuestos y materiales esenciales
- Determinar criticidad, accesibilidad, usabilidad, tiempo de reposición, costo y demanda
- Repuestos Centrados en Confiabilidad (RCS)
- Índices de rotación de repuestos estratégicos
- Aprovisionamiento Económico Óptimo.

Son múltiples las herramientas que usa la Gestión de Activos para alcanzar la excelencia del mantenimiento. Las seis que a juicio del autor, son las más usadas para generar estrategias vitales en el mejoramiento de la Confiabilidad Operacional, se muestran en la Figura 6, y se definen en los párrafos a continuación.



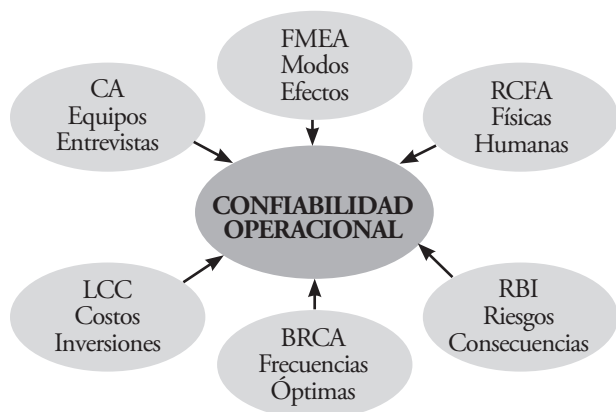


Figura 6. Herramientas Confiabilidad Operacional.

El Análisis de Criticidad (CA) es una técnica que permite jerarquizar sistemas, equipos e instalaciones, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

El Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA) es una metodología que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan.

El Análisis Causa Raíz (RCFA) es un procedimiento sistemático que se aplica con el objetivo de precisar las causas que originan las fallas, sus impactos y sus frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas.

La Inspección Basada en Riesgos (RBI) es la técnica que permite definir la probabilidad de falla de un sistema, y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el medio ambiente y los procesos.

El Análisis Costo - Riesgo - Beneficio (BRCA) es una metodología que permite establecer una combinación óptima entre los costos de realizar una actividad y los beneficios generados, considerando el valor del riesgo que involucra la realización, o no, de tal acción.

El Análisis del Costo del Ciclo de Vida (LCC) es una metodología que permite elegir entre opciones de inversión o acciones de mejora de la confiabilidad con base en su efecto en el costo total del ciclo de vida de un activo nuevo o en servicio.

Lograr alta rentabilidad basada en la Confiabilidad de los Activos requiere:

- Identificar las variables financieras de más alto impacto en la rentabilidad
- Identificar oportunidades específicas de mejoras de confiabilidad
- Definir las mejoras de confiabilidad que generan ventajas competitivas

- Unir las ventajas competitivas de confiabilidad y rentabilidad
- Integrar las mejoras de productividad deseadas con las de confiabilidad logradas
- Retro-alimentar los resultados de los proyectos de mejora de la Competitividad.

El éxito de la implementación de un sistema de Optimización de Activos radica en adaptar un Modelo de Confiabilidad de acuerdo con las necesidades particulares y el estado de avance del mantenimiento, de cada empresa.

Las mejores prácticas plantean que se debe optimizar el plan de mantenimiento con base en los Análisis de Confiabilidad, para minimizar las fallas imprevistas de las máquinas en los procesos productivos, y reducir al máximo el reemplazo y nueva inversión en equipos; lo cual se traduce en disminución real de los costos totales de producción, con el consiguiente aumento de la competitividad de la empresa.

Optimización de los Procesos

Un sistema de gestión de procedimientos administra y evalúa las operaciones industriales bajo la perspectiva del proceso, enfila los requerimientos de los clientes, los objetivos y metas del negocio con indicadores del proceso; monitorea y mejora el desempeño, a la vez que asegura que la organización y los mecanismos de apoyo, estén en línea con los procesos.

Fijar los objetivos de rendimiento de los procesos, evaluar el nivel actual de desempeño y establecer el plan de acción para su mejoramiento, son los tres elementos primordiales de un sistema de gestión por procesos.

Dentro de la optimización general de los procedimientos y de los procesos se deben considerar [3]:

- Registro del Historial de Equipos
- Planificación y Programación de Actividades
- Plan Integral de Mantenimiento
- Análisis Técnico Económico de Fallas
- Optimización Costo - Riesgo - Beneficio
- Gestión Óptima de Inventarios
- Análisis y Diagnóstico de Sistemas
- Control de Indicadores de Gestión
- Plan de Mejoramiento Continuo.

La optimización de los procesos requiere que los equipos de planeación tengan la autoridad para cambiar la manera como se ejecutan las actividades; para lo cual se realiza, de acuerdo con la magnitud del cambio, una reingeniería del proceso, o una mejora menor o incremental. La asignación de recursos se hace con la finalidad de aumentar la Autonomía Operativa de la planta y por tanto la Confiabilidad Operacional del sistema.

La Autonomía Operativa se logra mediante:

- Mano de obra calificada y capacitada
- Integración estratégica del grupo con la Visión
- Desarrollo de procedimientos eficientes de atención a los requerimientos de los clientes
- Compartir la información vital
- Registro y acopio eficaz de la información
- Gestión del Conocimiento mediante Indicadores.

En las organizaciones de hoy todo se justifica con base en los Análisis de Costos. La información acumulada de costos de producción y mantenimiento, de mano de obra, de materiales, de manejo de inventarios y los datos de Confiabilidad y Disponibilidad, son los indicadores claves de rendimiento (KPIs), básicos para la optimización de los procesos.

Lograr Confiabilidad Operacional es el rol básico del grupo de Terotecnología. Sus responsabilidades deben incluir la evaluación de la efectividad de los trabajos de mantenimiento, el desarrollo de procesos y técnicas proactivas, de monitoreo de condición, ejecución de análisis de Criticidad, Modos de Falla y análisis Causa Raíz, y hacer evaluaciones continuas de la Disponibilidad y Confiabilidad de los Activos.

Cambio de Paradigmas

Para lograr la transformación que asegure la habilidad de la compañía para competir con éxito en el actual milenio, se necesita gestionar los siguientes cambios de pensamiento [8]:

- Visión Actual - Visión Futura
- Grandes Mejoras - Mejora Continua
- Hacer lo Urgente - Hacer lo Importante
- Enfoque en Fallas - Enfoque en Oportunidades
- Aprendizaje Puntual - Aprendizaje Continuo
- Información Restringida - Flujo de Información
- Reconocimiento a la Reacción - Reconocimiento a la Proacción
- Responsabilidad del Supervisor - Responsabilidad del Ejecutante
- Supervisores como Capataces – Supervisores como Entrenadores
- Trabajo de rutina sin Valor Agregado – Rutinas con Valor Agregado
- Identificación de Fallas Potenciales – Reducción de Fallas Potenciales
- Tomar Medidas Disciplinarias - Mejorar el Sistema de Gestión.

Seguramente tendrán que cambiarse la cultura, el liderazgo, el clima laboral, los sistemas de dirección, las políticas y los procedimientos, y que estos cambios estén guiados por los objetivos y por las estrategias, y estas a su vez por la Visión y por la Misión de la organización.

Optimización de los Sistemas

Un Sistema de Información compendia todos los procesos, procedimientos y recursos involucrados en mantener una organización en funcionamiento, con realimentación a través de su propia producción de información (interna), y a través de la generación de información externa a ella, ejerciendo el control sobre los parámetros vitales de la misma.

El Enfoque Sistémico es un medio para hacer el diagnóstico y determinación de acciones correctivas rápidas en el sistema o en sus componentes, observando que el logro de los objetivos es el resultado de un proceso de modificaciones totalmente interactivas.

Debido a la dinámica y a la cantidad de información que se necesita tener organizada y actualizada, para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento, sólo con un sistema con soporte informático es posible mantener accesible y al día todos los registros.

Un Sistema de Información de Mantenimiento (MIS), se hace necesario para:

- Rastreo de reparaciones y servicios
- Necesidad de desarrollar informes
- Rastreo de costos por todo concepto
- Evaluación del modelo preventivo – correctivo
- Evaluación de la efectividad, eficiencia y eficacia
- Necesidad de evaluación integral de la gestión.

Los Sistemas de Gestión permiten convertir las operaciones de mantenimiento en unidades de negocios rentables. Al hacer más eficientes todas las actividades, se optimizan la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, bajando los costos, y por tanto los responsables de mantenimiento pueden mejorar la rentabilidad de su empresa.

Un Sistema de Información Gerencial es de gran utilidad en Mantenimiento, porque:

- Facilita la presentación inmediata de los reportes de costos y tiempos con un análisis de tendencias
- Muestra instantáneamente el estado de ejecución de los programas
- Permite la presentación gráfica precisa de logros a la gerencia
- Mejora la preparación y presentación de informes
- Contribuye al control de las desviaciones de los objetivos y facilita su corrección prematura
- Posibilita la simulación de las decisiones y sus resultados.

Una vez definidos los requerimientos, las necesidades de apoyo y los procesos de trabajo, se debe fijar la atención en el uso eficaz del Sistema de Gestión de Mantenimiento apoyado por Computador (CMMS), o de un Sistema de Planeación de Recursos Empresariales (ERP), o un Sistema de Gestión de Activos Empresariales (EAM), existente o futuro [9].

Un sistema CMMS como su nombre lo indica es un software de gestión de mantenimiento en el cual se puede, desde generar ordenes de trabajo hasta llegar a manejar sistemas expertos. Un sistema CMMS eficaz es clave para el giro real hacia un enfoque proactivo. Incluso, si el CMMS tiene la capacidad necesaria, el proceso de transición es el momento ideal para validar el funcionamiento de todos los módulos y las bases de datos de los activos.

Un sistema de Planeación de Recursos Empresariales (ERP), permite la administración y coordinación de los recursos y procesos claves de manufactura. Un sistema EAM, o de Gestión de Activos de la Empresa, maneja y coordina las actividades y procesos claves del mantenimiento de equipos. En resumen, EAM es el mecanismo de retroalimentación para optimizar el mantenimiento de activos productivos.

Algunas veces, los sistemas existentes son inadecuados para manejar los recursos, o están siendo usados en forma que no están alineados con los procesos industriales. Uno de los factores que puede generar mayor obstáculo, es el análisis de los procesos existentes y los cambios que se deben introducir en la organización para implementar un nuevo Sistema de Gestión.

Aunque sea posible ajustar las características del proceso y de la organización (únicos en cada planta), a los requerimientos específicos, todavía se debe actuar dentro de las restricciones impuestas por el diseño del programa de gestión; por lo cual la estricta selección del software es la clave en un proceso de optimización integral.

Un análisis técnico - económico detallado permite seleccionar el software más adecuado con las condiciones particulares de cada organización. En la Figura 7, se observa la evolución que han tenido los Sistemas de Información Computarizados desde su aparición hasta nuestros días [9].

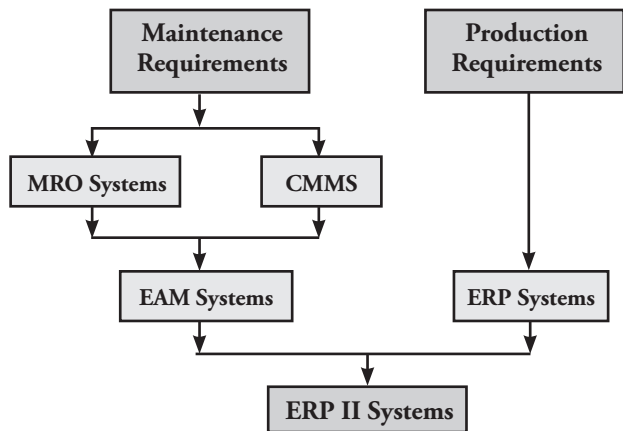


Figura 7. Evolución de los Sistemas de Información. Fuente: Mather, 2002.

La optimización de los procesos con un Sistema Informático de Gestión permite alcanzar los objetivos del negocio y crear ventajas competitivas; además de incrementar la satisfacción de los clientes, reducir los costos totales y mejorar el valor de retorno de la inversión, con aumentos en la productividad y la competitividad de la organización.

Balanced ScoreCard

La medición del rendimiento organizacional es uno de los retos principales a los que se enfrentan las empresas de hoy, ya que puede tener un papel clave en el desarrollo de sus planes estratégicos. Los sistemas de indicadores han sido reconocidos como un elemento útil para la gestión estratégica de las organizaciones.

El Balanced Scorecard (BSC) es una práctica de gestión de procesos organizacionales, desarrollada en la Universidad de Harvard por los profesores Robert Kaplan y David Norton en 1992. Su principal característica es que mide y compara los factores financieros y no financieros del estado de resultados de la empresa [10].

El Balanced Scorecard pretende ser algo más que un elemento de control de gestión, sirviendo como escenario de aserción y comunicación de las estrategias hacia todos los niveles de la organización. Se trata de un poderoso instrumento para medir el ejercicio corporativo, y ha demostrado ser la herramienta más efectiva para enlazar la visión y las estrategias con cinco medidas de desempeño, que son:

- Resultados Financieros
- Satisfacción de los Clientes
- Operación Interna
- Desarrollo de Competencias
- Creatividad e Innovación de los Empleados.

Estas medidas se obtienen mediante el análisis de las cuatro perspectivas propuestas por Norton y Kaplan [10]:

1. Financiera: Objetivos financieros.
2. Clientes: Satisfacción y rentabilidad.
3. Procesos Internos: Indicadores de eficiencia, de calidad, de tiempo y de costos.
4. Crecimiento y Aprendizaje Organizacional: Aptitudes, competencias, desarrollo e innovación.

El Balanced Scorecard constituye no sólo un mecanismo de seguimiento de las estrategias sino que además se trata de un medio generador de estrategias. Acorde con la Visión de la organización, el sistema elabora el mapa estratégico y el mapa de procesos, y define los objetivos financieros, los objetivos para el cliente, los procesos críticos y los objetivos internos de crecimiento y aprendizaje [2].

El BSC en mantenimiento consolida los recursos culturales, tecnológicos y de información, enfocados en la optimización de los procesos. La Perspectiva Interna vigila la ejecución de los planes de mantenimiento, para mejorar la confiabilidad, la seguridad y la capacidad productiva de los activos.

La implementación del sistema BSC se concibe como un proceso de optimización que traduce la misión y la estrategia global de la empresa en acciones concretas; se requiere por tanto, establecer la visión de negocio del mantenimiento y un plan de acción, donde se precisen las prácticas, iniciativas, objetivos, metas, e indicadores financieros.

Excelencia Empresarial

El Mantenimiento de hoy, está cambiando principios antiguos por nuevos paradigmas de excelencia. Las modernas prácticas de Confiabilidad Operacional y Gerencia de Activos son las estrategias centrales de las empresas enfocadas en alcanzar la competitividad internacional.

La figura 8, muestra la Pirámide Tecnológica sugerida por el autor para desarrollar procesos de Optimización Integral del Mantenimiento en busca de la Excelencia Empresarial; donde se parte de la cúspide de la pirámide tradicional, que se toma como base de la estrategia global de las empresas de Clase Mundial, para ir de lo general a lo específico.



Figura 8. Pirámide Tecnológica.

La Gestión de Activos, como proceso global a través del cual se agrega valor a la compañía, es un nuevo modelo gerencial que implica grandes cambios en las estrategias, tecnología y recursos, y un cambio de actitud de las personas involucradas.

Para conseguir los resultados deseables sobre los activos de la organización, se debe crear conciencia del trabajo en equipo dentro de la Cultura de la Confiabilidad, en la búsqueda del bien común [2].

La Confiabilidad Operacional se fundamenta sobre una aproximación de sentido común, en busca de la Excelencia Empresarial. No es ninguna formulación mágica para triunfar, pero introduce un desarrollo sistémico, basado en gestión del conocimiento, para la eliminación de las fallas y el mal desempeño que afecta los procesos críticos y la rentabilidad total de la empresa.

La clave del proceso radica en el empeño personal de todos los empleados, que supone un mayor sentido de pertenencia e involucramiento con la misión de la compañía. Para lograr dicho compromiso y convertir el conocimiento tácito en explícito, y en resultados pertinentes se necesitan líderes que generen visión.

Esta visión se apoya en la idea de que la empresa se comporta como un organismo vivo, con identidad, que evoluciona y que tiene objetivos claros, y por tanto está abierta a la innovación y al cambio. Como organismo vivo, la generación de nuevos conocimientos es una tarea que compete al Talento Humano con ideas e ideales.

La Confiabilidad Humana implica grandes transformaciones en la organización, exige una cultura del desafío y el cambio de muchos procesos administrativos, junto con la gestión efectiva de los canales de comunicación y la responsabilidad para el registro sistemático de la información. Las acciones para lograr la Confiabilidad Humana buscan básicamente recuperar el valor de las personas en la organización.

La Gestión del Conocimiento es la gran oportunidad de hoy para transformar las organizaciones, pero no se puede olvidar que las personas tienen emociones y sentimientos, además de conocimientos. Se debe por tanto convertir las empresas en entornos agradables de trabajo, con salas de reuniones, áreas de descanso y zonas sociales que causen satisfacción personal y mejora de las relaciones interpersonales. En últimas se debe “humanizar la organización” como requisito número uno para alcanzar el éxito.

La Excelencia Empresarial en el nuevo milenio depende de organizaciones innovadoras, orientadas por políticas que impulsen la gestión del conocimiento desde la praxis y su aplicación sistémica para la obtención de los objetivos pre-establecidos. El reto es construir empresas basadas en el conocimiento, apoyadas en tecnologías de punta, con elevado nivel de aprendizaje e innovación, proactivas y futuristas, y dirigidas hacia la excelencia.

BIBLIOGRAFÍA

AMENDOLA, Luis José. (2002). "Modelos Mixtos de confiabilidad". Publicado por Datastream. www.mantenimientomundial.com.

MITCHELL, John S. (2001). "Operating Equipment Asset Management: Your 21st Century Competitive Necessity". Pennsylvania State University. Applied Research Laboratory. Pennsylvania. USA.

SOTUYO B., Santiago. (2001). "OIM: Optimización integral de Mantenimiento". Ellmann, Sueiro S. A. www.ellmann.net. www.confiabilidad.net.

CÁCERES, Beatriz. (2004). "Como Incrementar la Competitividad Mediante Estrategias para Gerenciar Mantenimiento". VI Congreso Internacional de Mantenimiento. ACIEM. Bogotá. Colombia.

GUTTMANN, H., SWAIN, A. (1983). "Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications". NUREG / CR-1278, SAND 80 - 0200, Albuquerque, NM: Sandia National Laboratories.

HUERTA, Rosendo. (2004). "Curso Confiabilidad Operacional: Uso de Técnicas y Herramientas de Aplicación". Seminario Customer Care, Datastream. Bogotá. Colombia. Febrero de 2004.

DURÁN, José Bernardo. (2000). Qué es Confiabilidad Operacional? Revista Club Mantenimiento. Año 1. N° 2. Septiembre 2000. club_mantener@sinectis.com.ar.

LATINO, Charles J. (2003). "Definición y Logro de la Cultura de la Confiabilidad". Reliability Center Inc. www.reliability.com.

MATHER, Daryl. (2002). "CMMS: A Timesaving Implementation Process". Klaron SA de CV. CRC Press. www.Klaron.net.

KAPLAN, R. y NORTON, D. (1997): "Cuadro de Mando Integral". (The Balanced Scorecard). Gestión 2000. Barcelona. España.