



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN

TÍTULO DEL TRABAJO

**Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina
(Fundamentos para el Gerenciamiento de los Activos Físicos
Industriales)**

Autor/es: Etchegno , Rubén Darío

Ing. Industrial
Tel: 0291-4883078
Cel: 0291-154-062001

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

-Diciembre de 2013 -

Prefacio

Este trabajo de Tesis es presentado como parte de los requisitos para optar al grado Académico de “Magister en Administración” de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentado para la obtención de otro título en esta Universidad u otras. El mismo contiene los resultados obtenidos a través de la metodología descrita en la páginas 26 de este documento.

Este trabajo se entrega el 20 de diciembre del 2013 en el Departamento de Ciencias de la Administración, el mismo se realizó bajo la Dirección del Master-Ingeniero Industrial Ricardo Casal.

Agradecimientos

Los estudios de Posgrado han sido el ámbito ideal en el cual me permití a mi mismo desarrollar la capacidad de soñar, de visionar el futuro, en lo que a mi actividad respecta, y por sobre todas las cosas, a esta altura de mi vida (50 años), después de muchos años de transitar una Profesión realmente dura y desafiante, como lo es la Ingeniería en ámbitos de Mantenimiento de Plantas Industriales Críticas, disfrutar profundamente de las actividades e interactuar con Profesionales de otras especialidades (Financieras, Contables, Administrativas, etc), aprender de ellos, utilizar nuevas herramientas de gestión y aplicar estos aprendizajes nuevamente en mi propia especialidad.

Sin dudas, la decisión de realizar esta especialización me ha dado grandes satisfacciones, todo esto lo debo agradecer especialmente en esta etapa a mi familia más cercana, que sufrió mis ausencias en muchos momentos importantes de los últimos años, a mis pequeños Lucas y Gonzalo, “HIJOS MIOS”, que se convirtieron en esa luz de esperanza que me impulsó a seguir y perseverar, tratando de superar las limitaciones para alcanzar a desarrollar este trabajo en horas ajenas a mi actividad laboral, dentro del seno familiar; y por supuesto, a mi compañera de los últimos 25 años, Yoli, “ESPOSA, AMIGA y MADRE”, y a veces también con funciones de “PADRE”, que ocupó mi lugar en todas esas oportunidades en las cuales no estuve presente, quitándole tiempos a su propio tiempo, vida a su propia vida, esto es impagable , no tiene precio, porque todos sabemos que nuestro tiempo no es un bien renovable, a ellos tres todo ¡¡MI AMOR , MAS AMOR y simplemente GRACIAS” !!, por soportarme y acompañarme en este desafío que tanto me entusiasma.

También quiero dedicar este esfuerzo, a la memoria de “MI QUERIDO VIEJO” , que tanto luchó para transmitirme su Integridad, su Hombría de Bien, su Respeto y Honestidad, valores estos que me han acompañado toda mi vida, ¡¡gracias PAPA!!.

A mi querida “MADRE”, que tanto amor nos ha regalado durante toda la vida, y tanto nos impulsó a estudiar y desarrollarnos para poder cumplir nuestros sueños de felicidad.

A mi querido “HERMANO y su FAMILIA”, que siempre están conmigo disfrutando y compartiendo día a día la vida, representando el reencuentro con mis raíces en el ¡Querido PIGÜÉ!.

A mis AMIGOS y colegas, y a todos los que han confiado en mi durante esta extensa etapa profesional.

Finalmente al Director de la Tesis, Master-Ingeniero Ricardo Casal, que tuvo la paciencia necesaria para adaptarse a mis condiciones laborales y ayudarme durante el lento avance del Proyecto de Tesis; y a la querida Universidad Nacional del Sur, en la cual he pasado alternativamente, más de los últimos 30 años de mi vida, mientras desarrollaba los estudios de Ingeniería, y luego cuando decide involucrarme con el Magíster en Administración

Todos son parte de este trabajo.

Muchas Gracias

Rubén Etchegno

Contenido:

	Página
-Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina (Fundamentos para el Gerenciamiento de los Activos Físicos Industriales)	
Prologo	11
-Resumen	13
-Abstract	16
-Características de la Industria para la cual desarrollaremos el Modelo	19
-Introducción	20
-Objetivo de la Tesis	21
-Presentación del Problema	22
-Metodología Utilizada	24
-Guía del Trabajo	25
- Proceso de Desarrollo de la Tesis “ Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina”	26
- Cursos realizados para optar por el Magíster en Administración	27
Capítulo 1	
Mantenimiento Industrial	28
1.1 Estatus actual del mantenimiento Industrial a Nivel mundial	31
Capítulo 2	
El Entorno Productivo y el Modelo	37
2.1 El Entorno “Argentina” durante la última década del Siglo 20	37
2.2 El Entorno “Argentina” durante el comienzo del siglo 21	39
2-3 El Entorno “ Argentina” en la actualidad.	40
2.4 El pensamiento gerencial en la Argentina	42
2.5 El Modelo de Mantenimiento Industrial.	46
2.5.1 Características de la Industria del Petróleo, Gas , Químicas, Petroquímicas y sus derivados en la zona de Bahía Blanca.	48

2.5.2 Origen del Modelo de Mantenimiento Basado en la Ingeniería.	51
---	----

Capítulo 3

Evolución del Mantenimiento Industrial	53
3.1 El “Conocimiento Organizacional”.	53
3.2 Sucesos Históricos Base Técnica.	55
3-2-1 Primera Etapa (Hasta la Pos-Segunda Guerra Mundial)	55
3.2.2 Segunda Etapa (Pos-Segunda Guerra Mundial)	55
3.2.3 Tercera Etapa (Fines de los 70 hasta principios de los 90)	56
3.2.4 Cuarta Etapa (Fines de los 90, principios del Siglo XXI)	56
3.3 Evolución del Mantenimiento (Base Filosófica y Estratégica)	59
3.3.1 Primera Etapa (Hasta la Pos-Segunda Guerra Mundial)	59
3.3.2 Segunda Etapa (Pos-Segunda Guerra Mundial)	59
3.3.3 Tercera Etapa (Fines de los 70 hasta principios de los 90)	60
3.3.4 Cuarta Etapa (Fines de los 90, principios del Siglo XXI)	61
3.4 El Futuro	64

Capítulo 4

Tácticas-Estrategias de Mantenimiento	67
4.1 Mantenimiento Reactivo o Correctivo (RM)-A la Falla- Run to Failure (RTF)	67
4.2 Mantenimiento Preventivo (PM)	69
4.3 Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición (PdM o CBM)	73
4.4 Mantenimiento Proactivo	80
4.4.1 Directrices del Mantenimiento Proactivo	80
4.5 Impacto Económico de la aplicación de las distintas Tácticas-Estrategias de Mantenimiento.	85

Capítulo 5

Confiabilidad y Disponibilidad	87
5.1 Nuevos Paradigmas del Mantenimiento Industrial	87
5.2 Evolución y cambio de Paradigmas	89
5.3 Principales Filosofías y Estrategias del Mantenimiento Industrial	92
5.3.1 Reliability Centered Maintenance (RCM)	92
5.3.2 Total Productive Maintenance (TPM)	96
5.3.3 Reliability, Availability, Maintainability (RAM)	100
5.3.4 Reliability Centered Maintenance II (RCM II)	101
5.3.5 Reliability Based Maintenance (RBM)	102
5.3.6 Planned Maintenance Optimization (PMO)	110
5.3.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	114
5.3.8 Análisis de Causa Raíz (RCA-Root Cause Analysis)	121
5.3.9 Otros Análisis Proactivos	127
5.4 Confiabilidad y Disponibilidad	128

Capítulo 6

Mantenimiento Basado en la Ingeniería	130
6.1 La Ingeniería de Mantenimiento/Confiabilidad y el Trabajo en Equipo.	130
6.1.1 El Ingeniero de Mantenimiento y Confiabilidad.	132
6.1.2 El Trabajo en Equipo.	136
6.2 Origen y desarrollo de la Organización de Mantenimiento.	145
6.2.1 Etapas típicas del desarrollo de una nueva Unidad de Negocios Productiva.	145
6.3 Mantenimiento Basado en la Ingeniería.	156
6.3.1 Conclusión final del Capítulo.	156

Capítulo 7

El Modelo	158
7.1 Fundamentos del “Mantenimiento Basado en la Ingeniería”.	158
7.1.1 Conceptos asociados al Mantenimiento Industrial actual.	160
7.1.2 Gerenciamiento del área.	161
7.2 Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad.	165
7.3 Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería.	170
7.3.1 Modelo de Gerenciamiento de Activos Físicos.	171
7.4 Visión, Misión, Estrategias y Objetivos del Modelo.	173
7.4.1 Misión del Modelo.	173
7.4.2 Visión del Modelo.	175
7.4.2.1 Conclusión del análisis de Ledet.	178
7.4.2.2 ¿Qué es una Organización Basada en el Aprendizaje?	179
7.4.2.3 ¿Que significa “Proactividad Inteligente”?	181
7.4.3 Objetivos del Modelo.	182
7.4.4 Estrategias del Modelo.	184
7.4.4.1 Estrategias \longrightarrow Mejores Prácticas.	186
7.5 Conclusión.	202

Capítulo 8

Gerencia de Activos Físicos Basada en la Ingeniería	203
8.1 Proceso de Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería.	203
8.1.1 El Proceso en nuestro País.	207
8.1.2 El PROCESO (Diagrama de Flujo).	209
8.2 Análisis y Conclusión.	210

Capítulo 9

Gerencia de Activos Físicos Basada en la Ingeniería	
Análisis de Casos Reales	215
9.1 Indicadores de Mantenimiento de Nivel Mundial (“World Class”)	215

9.1.1 Indicadores de General Electric y MRG (Management Resources Group), para el desarrollo del Gerenciamiento de Activos Físicos (Año 2006)-Best In Class Plants.	216
9.1.2 Indicadores del Libro de John Mitchell- Maintenance Best Practice Benchmarks-Penn State University (Año 2001)	221
9.1.3 Otros Indicadores.	223
9.2 Análisis de Perfiles de Fallas (1968-2001)	224
9.3 Análisis Estratégico de Aplicación/Presentación de Casos Reales.	228
9.3.1 Caso 1.	228
9.3.2 Caso 2.	229
9.3.1.1 Presentación CASO 1.	232
9.3.1.2 Indicadores Claves-Caso 1.	240
9.3.1.3 Disponibilidad y Utilización de Equipos Críticos (Año 2001).	243
9.3.1.4 Evolución de los Costos de Mantenimiento Período (1997-2002).	244
9.3.1.5 Análisis Económico-Estratégico Caso 1.	245
9.3.1.5.1 Conclusión Caso 1.	252
9.3.2.1 Presentación CASO 2.	255
9.3.2.2 Indicadores Claves-Caso 2.	261
9.3.2.3 Análisis Económico-Estratégico Caso 2.	265
9.3.2.3.1 Conclusión Caso 2.	270
9.4 Conclusión Final.	272
9.4.1 ¿Cuál es el futuro?	272
Referencias Bibliográficas	278
Publicaciones y Páginas de Internet Especializadas	280
Principales Conferencias y Capacitaciones Específicas	284

“Mantenimiento Basado en la Ingeniería”

(Fundamentos para el Gerenciamiento de los Activos Físicos Industriales)

“Un nuevo modelo de Gerenciamiento Integral de Activos Físicos Estratégicos, para el logro de Confiabilidad, Disponibilidad y Mejora Continua en el ámbito Productivo de la Industria del Petróleo, Gas, Químicas y sus derivados en la República Argentina.”

Prologo

Las razones de mi interés en este proyecto se basan en los siguientes fundamentos:

-En el aspecto técnico, mi experiencia de casi dos décadas en este ámbito, específicamente en el desarrollo e implementación de Filosofías y Estrategias de avanzada en Mantenimiento Industrial (aplicables y aplicadas a nuestro entorno operativo), me inducen a presentar este trabajo con la idea de plasmar en el mismo las experiencias y conocimientos adquiridos y generar directrices estratégicas que permitan producir Valor a través de las actividades de Gerenciamiento de Activos Físicos , en el altamente variable ambiente productivo de nuestro país.

-En el aspecto organizacional, el aporte de las Ciencias de la Administración, se convierte en el complemento ideal e indispensable para el desarrollo del mismo y la futura implementación del modelo de soporte generado.

-En la faz personal, la pasión por la especialidades de Ingeniería de Mantenimiento, Confiabilidad y Gerenciamiento de Activos Físicos.

-En el aspecto académico, el aporte fundamental del ámbito de alto nivel en el cual desarrollé mis estudios de grado y posgrado (UNS), el cual edificó mi perfil profesional y me permitió demostrar que es factible la mejora continua en

entornos de alto riesgo, soportado en la vivencia del logro de objetivos e indicadores de nivel “World Class”, mediante organizaciones flexibles, creativas y dinámicas, fundamentadas en conocimientos profesionales y herramientas tecnológicas de avanzada asociadas a distintas ramas de la Ingeniería; a lo cual se suma la satisfacción y constante evolución que genera el trabajo en equipo, basado en valores éticos y morales indispensables para cualquier organización que pretenda éxitos duraderos.

-En todos los aspectos , el Profesional Argentino presenta grandes ventajas comparativas (potenciales), cuyo despliegue está asociado a la generación del medio ambiente adecuado y de modelos organizacionales asociados, valores individuales y visiones proactivas que induzcan el cambio, y produzcan el “click” actitudinal necesario para el despegue productivo de nuestra querida Patria, cumpliría el objetivo de esta tesis si lograra aportar mínimamente al despertar requerido por la difícil situación de nuestro país en un entorno económico y comercial agresivo a nivel mundial.

Resumen

El vertiginoso crecimiento de las economías mundiales, la apertura de los mercados, el desarrollo vigoroso de nuevas tecnologías, sistemas de comunicación, logísticos y de gestión, las agresivas políticas comerciales, en resumen las consecuencias de un mundo globalizado, sin fronteras, ha generado profundos desafíos en todos los sectores que participan del proceso productivo.

El **Mantenimiento Industrial**, componente de este engranaje, tanta veces atacado como generador de costos improductivos, es reconocido nuevamente como un potencial productor de ganancias a través del aseguramiento de la entrega en tiempo y forma de su máspreciado producto, “**Capacidad de Producción**”, mediante el aseguramiento de la Confiabilidad y Disponibilidad de Activos Físicos requeridas para el logro productivo.

Pero siempre están latentes los siguientes cuestionamientos:

- *¿Es el Mantenimiento Industrial un mal necesario y un gran e incontrolable costo de hacer el negocio, o es una fuente contribuyente a la Calidad, a la Producción y a las Ganancias, a la Seguridad y al Medio Ambiente?*
- *¿Cómo podríamos direccionar nuestros recursos (horas hombre, activos físicos, dinero) para eficientizar los procesos y maximizar las ganancias...?.*
- *¿Es necesario involucrarnos en el análisis del costo del ciclo de vida de los Activos Físicos a seleccionar para nuestra Planta, de tal manera de incorporar por diseño niveles de Confiabilidad y Disponibilidad de los mismos?*
- *¿Puede el Departamento de Mantenimiento desarrollar e implementar en soledad óptimas Políticas de Activos Físicos?*

Estoy convencido que si queremos ser reconocidos por nuestra contribución a la generación de Valor para la Empresa, necesitamos cambiar nuestra mentalidad de tecnología a negocio, costos a ganancias y desarrollar un sistema de Mantenimiento que en forma concluyente demuestre nuestra real contribución en términos financieros.

Para alcanzar la satisfacción de nuestra bases filosóficas , debemos tener en cuenta que son muchos los caminos posibles, y sobre todo, que nuestro ámbito laboral radica en América del Sur, puntualmente Argentina, donde la realidad Económica e Industrial es totalmente diferente a la de países desarrollados.

Infinidad de factores adversos impiden el normal desarrollo de una estrategia de Mantenimiento de avanzada, aplicable al primer mundo, en nuestro país.

Aún así, es posible adaptar las técnicas mundiales líderes a nuestro ámbito, y desarrollar con ingredientes propios, una estrategia adecuada y comparable en resultados a los países industrializados, entendiendo por otro lado que mediante estas se estaría gestionando solamente parte del aspecto técnico del problema, son herramientas base cero que comenzarán a generar algunos cambios positivos pero poco sustentables en el tiempo sino son parte de una visión integradora.

La experiencia real vivida en el desarrollo e implementación de procesos diferentes, pero todos asociados al concepto de “Mantenimiento Basado en la Ingeniería”; sus etapas de implementación (años), si se trata de Compañías con inercias organizacionales importantes, o la oportunidad de implementación de origen si se trata de nuevas instalaciones; el rol fundamental de la Ingeniería de Mantenimiento y de los recursos humanos asociados; la óptima elección y eficiente gerenciamiento de los sistemas de gestión, información y diagnóstico asociados; el trabajo en equipo; el potencial impacto y alcance producidos; la especialización; la capacitación; y la imperiosa justificación de las inversiones tecnológicas necesarias en un entorno productivo de alto riesgo, son algunos de los hitos fundamentales a analizar para comprender y desarrollar con las herramientas adecuadas y procesos eficientes una Estrategia de Mantenimiento “SUSTENTABLE”.

En estas ideas nace y se desarrolla el concepto de **“Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina”**, denominado de esta manera por la influencia decisiva de

esta disciplina (Ingeniería) en el “**Gerenciamiento de Activos Físicos de Instalaciones Industriales**”, cuyo desarrollo es el objeto de este trabajo, considerando siempre que estos conceptos, cuestionamientos y algunas de las respuestas presentadas son la génesis de esta Tesis.

Observaremos que se abrirán oportunidades superadoras ante la detección de la necesidad de incorporar a todos los Departamentos de Operaciones (Producción, Procesos, Técnica, Almacenes, etc) al tratamiento integrado de las Políticas sobre los Activos Físicos. El propio desarrollo del trabajo nos permitirá introducirnos en una variedad de caminos alternativos y aparecerán algunas claves que en realidad serán las que definan la calidad y el valor del documento, pero esto lo dejamos como una intriga positiva para el lector.

Abstract

The dramatic growth of global economies, the opening of markets, the vigorous development of new technologies, communication, logistics and management systems, the aggressive commercial policies, in short, the consequences of a globalized world without boundaries, have generated deep challenges in all the sectors taking part in the productive process.

Industrial Maintenance, a piece of this gear wheel, so many a time attacked for generating non-productive costs, is recognized again as a potential producer of profits through the assurance of the delivery in due time and form of its most precious product, “**Production Capacity**”, by the assurance of the Reliability and Availability of Physical Assets, both required for productive achievement.

Yet, the following concerns are always latent:

- *Is Industrial Maintenance a necessary evil and the big uncontrollable cost of doing business or is it a contributing source to Quality, Production Profits, Safety, and the Environment?*
- *How could we direct our resources (man hours, physical assets, money) to make processes efficient and maximize profits?*
- *Is it necessary to get involved in the life cost analysis of Physical Assets to be selected for our Plant to add their Reliability and Availability levels by design?*
- *Can the Maintenance Department develop and implement in solitude optimum Physical Assets Policies?*

I do believe that if we want to be recognized by our contribution to the generation of Value for the Company, we need to change our minds from technology to business, from costs to profit, and we need to develop a Maintenance system that conclusively shows our real contribution in financial terms.

To satisfy our philosophical bases, we should bear in mind that there are many possible roads to take, and above all, that our working environment is in Latin America, specifically in Argentina, where the Economy and Industrial reality differs completely from that of developed countries.

There is a multiplicity of adverse factors that prevent the normal development of an advanced Maintenance strategy, applicable to the first world, in our country.

And yet, it is still possible to adapt leading global techniques to our environment and develop with our own ingredients a proper strategy, comparable in its results to that of industrialized countries, understanding, on the other hand, that only part of the technical aspect of the problem would be managed by them. They are zero base tools that will start generating some positive changes, yet not highly sustainable in time, but are part of an integrating vision.

The real experience lived in the development and implementation of different processes, yet associated to the concept of "Engineering Based Maintenance", its implementation stages (years), if it is the case of Companies with significant organizational inertias or the opportunity of original implementation in the case of new facilities; the essential role of Maintenance Engineering and of associated human resources; the optimum selection and efficient management of management systems, associated information and diagnosis; team work, potential impact and its extent; specialization, training and the imperative justification of necessary technological investments in a high-risk productive environment are some of the basic milestones to analyze to understand and develop a "SUSTAINABLE" Maintenance Strategy with suitable tools and efficient processes.

The concept of **“Engineering Based Maintenance-Argentina”**, was born and developed based on these ideas and its name is due to the decisive influence of this discipline (Engineering) on the **“Management of Physical Assets of Industrial**

Facilities" which is the objective of this work, always bearing in mind that these concepts, concerns, and some of the answers presented are the genesis of this Thesis.

Transcending opportunities shall appear before us when detecting the need to add all Operations Departments (Production, Processes, Technical, Warehouses, etc.) to the integrated treatment of Physical Assets Policies. The development of the paper itself shall allow us to delve into a variety of alternative paths and some key issues shall appear that will actually define the quality and the value of the document, but we shall leave this as a positive intrigue for the reader.

Características de la Industria para la cual desarrollaremos el Modelo

Para situarnos en la problemática de Activos Físicos Industriales y desarrollar un Modelo de gestión asociado, es necesario establecer algunas características básicas de las Plantas Industriales asociadas a Procesos Químicos, Petroquímicos, del Gas natural y sus derivados, principal aunque no único ámbito de aplicación de este trabajo.

Las principales son:

- Muy alto valor agregado de su Producción.
- Producción Continua los 365 días del año.
- Activos de diseño específico para la Industria.
- Materiales especiales.
- Tecnología de punta en equipamiento, sistemas de control y seguridad.
- Elevado valor de los Activos productivos.
- Capital intensivo.
- Producción intensiva.
- Productos de alto valor comercial.
- Recursos intensivos (personal, servicios, etc)
- Necesidades Energéticas muy importantes.
- Necesidades de materia prima en cantidad y calidad.
- Alta dificultad de puesta en producción.
- Procesos complejos y dependientes unos de otros.
- Varias Plantas productivas en una.
- Equipos muy pesados y voluminosos.
- Productos químicos de alto riesgo.
- Productos muy requeridos y escasos.
- Productos requeridos por empresas satélites como materia prima.
- Tecnologías importadas de diferentes fabricantes y países.
- Muy alto valor del stock de repuestos.
- Muy alto costo de las fallas imprevistas.
- Muy alto costo de las reparaciones.

- Altas presiones y temperaturas, corrosión, alta velocidad, altos caudales, etc
- Prototipos productivos.
- Tamaños muy importantes, etc.

Como se desprende de estas características, las actividades de mantenimiento sobre este tipo de industrias son críticas.

Introducción

Cuando uno transita etapas avanzadas de la vida laboral, pareciera que muchas de las creencias e ideas que sistemáticamente ocupaban la mente en los comienzos de la actividad profesional comienzan a ordenarse a partir de haber vivido experiencias ricas en contenido, que van moldeando el perfil que acompañará una de las etapas más productivas que se visualizan en el ámbito industrial a nivel de sus recursos humanos, cual es la etapa Senior de los profesionales. Se comienzan a generar esclarecimientos, es como si el cielo se despejara de nubes y al fin se comenzaran a visualizar los primeros rayos de sol.

En la industria de referencia en particular , el camino es muy largo, y el espíritu debe ser muy inquieto y activo para poder alcanzar esos momentos de lucidez que permiten observar un panorama despejado, para de esta forma visualizar estrategias de avanzada y encontrar los mejores rumbos para el desarrollo de organizaciones asociadas a esta actividad.

Me ha tocado en suerte vivir variadas experiencias a lo largo de mi vida laboral, algo que teniendo en cuenta el desarrollo concentrado del área química, petroquímica y del gas natural en nuestro país, me lleva a considerarme una persona afortunada, y aún sabiendo que mis vivencias no son las únicas ni las mejores, si me permiten afirmar que son valiosas.

Las personas toman normalmente dos caminos opuestos en el manejo de sus experiencias y conocimientos, los hay aquellos que atesoran sus logros y fracasos como un botín que mantienen en un profundo secreto hasta el fin de sus días productivos,

como un reaseguro a su estabilidad e imprescindibilidad laboral; y están los otros que comienzan a pensar en agregar valor a estos aprendizajes de la vida y sienten la profunda necesidad de compartir lo bueno y lo malo que han experimentado en su etapa profesional, con la consigna de aportar historia valiosa a los que nos suceden. En mi caso me considero claramente posicionado dentro de este último grupo, he sentido y siento permanentemente la necesidad de devolver a la sociedad todo lo que tuve la fortuna de recibir.

Por supuesto, en culturas como la nuestra, ha sido muy difícil aprender de errores y aciertos pasados para basamentar el desarrollo futuro, hemos sido una máquina implacable de hipotecar futuros, aplicando viejas recetas que no dieron resultados pero que se repiten en el tiempo, como si algo diferente fuese a ocurrir. En otros ámbitos culturales, la transmisión del conocimiento y experiencias prácticas, se considera una actividad preciada y valorada por la sociedad, incluso muchas veces más allá de la adquisición de conocimientos teóricos que pueden ser incorporados en instituciones educativas especializadas, se adapta lo bueno y desecha lo negativo, generando un crecimiento sostenido.

En este sentido, el presente trabajo pretende mostrar con la mayor objetividad posible, los últimos desarrollos estratégicos y tecnológicos que han favorecido el acople de la Industria a la evolución permanente de la humanidad, para finalmente derivar en una propuesta personalizada que introduzca una visión particular de la especialidad a la cual he dedicado la mayor parte de mi vida activa.

Objetivo de la Tesis

“El objetivo de esta Tesis es presentar un Modelo de Mantenimiento Industrial de avanzada, posible de extrapolar a la Industria en general, mediante adaptaciones adecuadas, de tal manera de generar una plataforma para logros superiores asociados a metodologías de Gerenciamiento de Activos Físicos con ingredientes propios relativos a nuestro entorno operativo”

Presentación del Problema

El entorno analizado, altamente cambiante, competitivo y desafiante, requiere constantemente reducciones de costos en Operación y Mantenimiento, las Inversiones en Mejoras y Nuevas Tecnologías son puntualmente analizadas.

Los costos pueden ser reducidos a través de medidas como reestructuraciones y tercerización, también se pueden reducir costos comprando de proveedores con precios bajos (reduciendo estándares de calidad en la especificación de materiales y suministros), eliminando tareas con bajo impacto en el corto plazo como el análisis y diagnóstico de fallas, reducir capacitación y entrenamiento, reducir o eliminar la medición o monitoreo de condición de los equipos, eliminar la implementación de mejoras, prescindir del conocimiento, etc.

Gran parte de estos ejemplos de recortes son familiares para quién busca resultados a corto plazo, pero ¿son realmente efectivos y capaces de alcanzar resultados a mediano y largo plazo?.

La siguiente afirmación sintetiza la respuesta:

“La reducción de costos hoy, serán los incrementos exponenciales de los mismos mañana, y llevarán a la posible desaparición de la Empresa”

¿Cuál es el camino a seguir entonces?

Aparece en escena, un concepto conocido pero no siempre bien comprendido, **“Confiabilidad”**.

“Confiabilidad es la probabilidad que el sistema, proceso, equipo o maquinaria, cumplirá sus funciones requeridas en forma satisfactoria, bajo condiciones específicas y dentro de un cierto período de tiempo”.

Ref.: definición genérica de la bibliografía de referencia. Ver final del trabajo.

Como forma **satisfactoria**, se establece el máximo rendimiento con la menor pérdida de producción, disminución de capacidad nominal o paradas por cualquier razón.

Por lo tanto, la Filosofía de Mantenimiento más eficiente para gerenciar los activos productivos y generar valor para la empresa, se basa en el logro de Confiabilidad Operativa, todas las estrategias de Mantenimiento se deben basar en esta filosofía para ser implementadas, teniendo en cuenta que tienen que trabajar estrecha y transversalmente conectadas con las estrategias de las áreas Productivas y de Procesos para lograr el mejor control y gestión sobre los equipos.

La Confiabilidad Operativa, es una de las armas fundamentales para luchar contra las condiciones cambiantes del entorno. Cuando la misma se incorpora a la Cultura de la Empresa transformándose en Filosofía, se potencia la capacidad de adaptación de la organización a los imprevistos.

Todos los aspectos del negocio contienen impredecibilidad derivada de demandas instantáneas de los clientes (internos y externos) y del entorno productivo, financiero y comercial. La habilidad para lidiar con esta incertidumbre es un ingrediente esencial para la obtención de ganancias, siendo la Confiabilidad uno de los mecanismos que proporcionan un alto retorno para los accionistas.

Debemos tener en cuenta que el concepto de Confiabilidad Operativa está directamente ligado a la identificación y control de todos los “Riesgos” que la puedan impactar, estos van desde los asociados a la Seguridad y el Medio Ambiente, pasando por los relativos a las Pérdidas de Producción y de Equipos de alto valor, hasta los Económicos, Financieros y Comerciales derivados. Por lo tanto, lograr Confiabilidad Operativa implica la construcción de un modelo de gestión de los Riesgos asociados, siempre considerando que $Riesgo = Probabilidad \times Consecuencia$, lo cual implica que deberemos minimizar las consecuencias y reducir al mínimo posible desde el diseño de los equipos la probabilidad de ocurrencia de las fallas. Esto que parece sencillo de alcanzar es el desafío más importante que presenta la industria de capital intensivo hoy en día.

Finalmente se nos presenta un cuestionamiento básico:

¿Es posible implementar una estrategia de Confiabilidad Operativa en la Industria Argentina?

“Entiendo que el desarrollo de este trabajo nos permitirá avanzar en alguna respuesta satisfactoria”.

Ref.: Reliability-Based Maintenance as a breakthrough Strategy in Maintenance Improvement-CSI Computational Systems Inc. (Grahme Fogel and Dave Petersen).

-Improving Maintenance & Reliability Through Cultural Change.(Stephen J. Thomas-2005)

Metodología utilizada

En el transcurrir de mi vida Profesional fui elaborando este trabajo, que fundamentalmente se asociaba a una Investigación Descriptiva, basada en fuentes de datos Secundarias (publicaciones, datos estadísticos, direcciones especializadas de internet, otras investigaciones, etc.); y Primarias (experiencias propias en ámbitos productivos de primera línea en la República Argentina, intercambio con proveedores de tecnología especializados, interacción con especialistas y profesionales de diferentes ramas de la Industria, participación en Conferencias y Capacitaciones Nacionales e Internacionales de la Especialidad, etc).

El desarrollo de mi actividad laboral, me permitió internarme en prácticas asociadas a metodologías Correlacionales y Explicativas, logrando responder, a través del necesario análisis y relacionamiento de variables, a las hipótesis oportunamente establecidas.

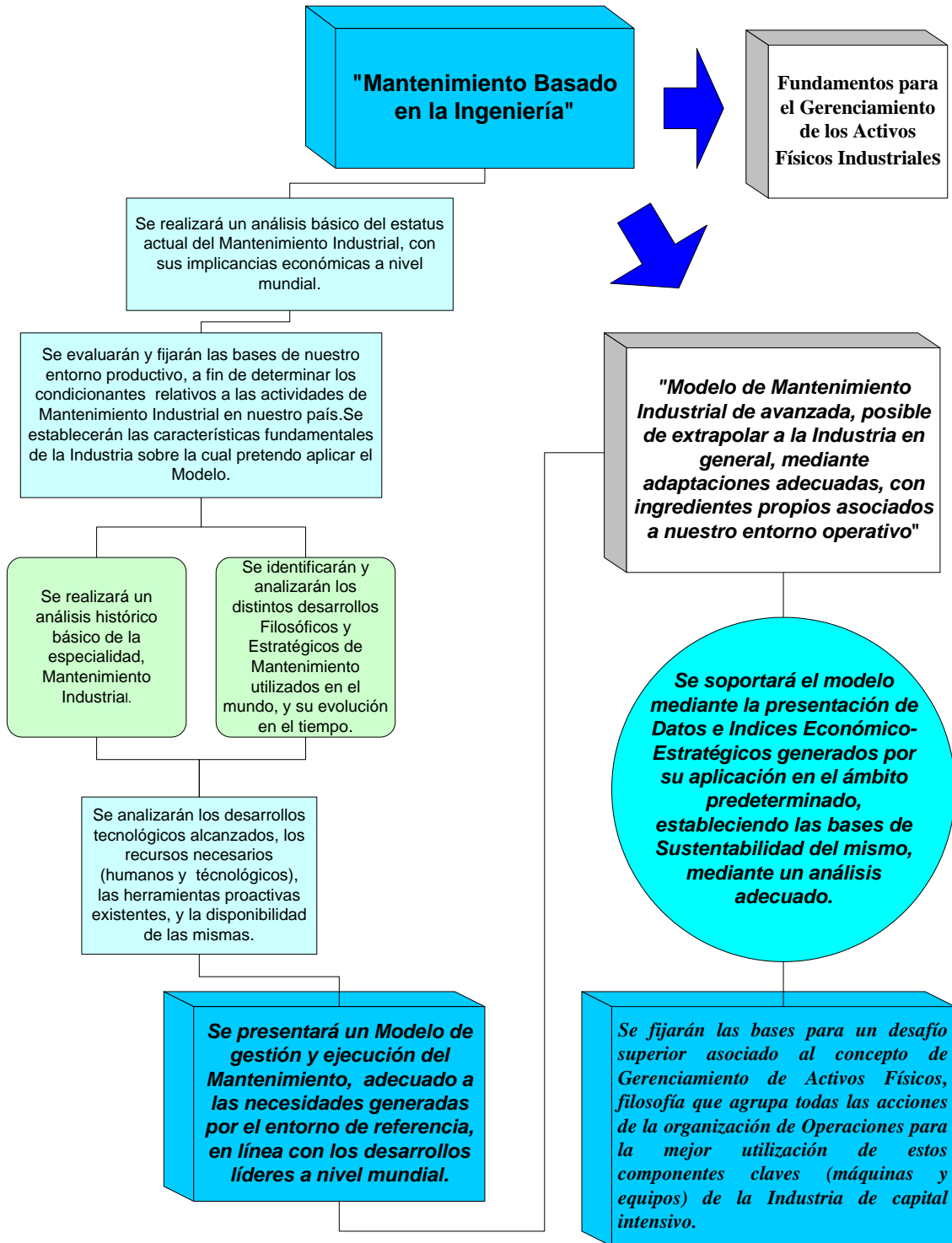
La generación de un modelo organizacional eficaz y eficiente, alimentado por las experiencias y conocimientos adquiridos, que soporte la actividad y se convierta en una alternativa de solución a la problemática presentada, motorizó la idea del desarrollo del MBI-A como una respuesta acorde a los desafíos presentes.

Guía del trabajo

La columna vertebral del presente trabajo, está expresada por los siguientes ítems:

- Se realizará un análisis básico del estatus actual del Mantenimiento Industrial, con sus implicancias económicas a nivel mundial.
- Se evaluarán y fijarán las bases de nuestro entorno productivo, a fin de determinar los condicionantes relativos a las actividades de Mantenimiento Industrial en nuestro país.
- Se establecerán las características fundamentales de la Industria sobre la cual pretendo aplicar el Modelo.
- Se realizará un análisis histórico básico de la especialidad, Mantenimiento Industrial.
- Se identificarán y analizarán los distintos desarrollos Filosóficos y Estratégicos de Mantenimiento utilizados en el mundo, y su evolución en el tiempo.
- Se analizarán los desarrollos tecnológicos alcanzados, los recursos necesarios (humanos y tecnológicos), las herramientas proactivas existentes, y la disponibilidad de las mismas.
- Se presentará un modelo de gestión y ejecución del Mantenimiento adecuado a las necesidades generadas por el entorno de referencia, en línea con los desarrollos líderes a nivel mundial.
- Se soportará el modelo mediante la presentación de Datos e Índices Económico-Estratégicos generados por su aplicación en el ámbito predeterminado, estableciendo las bases de Sustentabilidad del mismo, mediante un análisis adecuado.
- Se fijarán las bases para un desafío superior asociado al concepto de Gerenciamiento de Activos Físicos, filosofía que agrupa todas las acciones de la organización de Operaciones para la mejor utilización de estos componentes claves (máquinas y equipos) de la Industria de capital intensivo.

Proceso de Desarrollo de la Tesis “ Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina”



Cursos realizados para optar por el Magíster en Administración

-“Estrategias de Investigación en Estudios de Mercado, Imagen Institucional”.

Dictado por el Dr. Gustavo E. Gonzales-UBA.

-“Modelización y Métodos para la Planificación de las Actividades de la Empresa”.

Dictado por el Ingeniero Industrial y Master Ricardo Casal-UNS.

-“Métodos y Técnicas de Investigación Social para el Estudio y Diagnóstico de las Organizaciones”.

Dictado por el Licenciado en Sociología y Master Mauricio Fermín Contreras-UBA.

-“Organizaciones: Gestión de Recursos Humanos en los Nuevos Escenarios”.

Dictado por la Dra María Ester Ziade-UBA.

-“Modelos Financieros para la Gestión Empresarial”.

Dictado por el Dr. Aldo Hernán Alonso-UNLP.

-“Sociología de las Organizaciones”.

Dictado por el Magister Javier Fernando Isuani-UBA.

-“Administración de la Producción”.

Dictado por el Ingeniero Atilio Galitelli.

-Idioma: Inglés

CAPITULO 1

Mantenimiento Industrial

“Los nuevos Procesos que gobiernan la Operación Industrial se encaminan hacia un cambio profundo, que incluso podría hacer desaparecer el concepto “Mantenimiento” de las jerga Industrial”

La sustentabilidad del negocio productivo de las grandes Compañías referenciadas en este trabajo, está condicionada por la velocidad del desarrollo tecnológico, los requerimientos de Medio Ambiente, de Seguridad, las demandas crecientes de los clientes y una competencia voraz del mercado internacional. Esto hace que los Ciclos de Vida productivos se reduzcan notablemente y se requiera de las organizaciones que operan estas industrias una alta flexibilidad para mantener la demanda satisfecha en forma constante , impactando esto en todas las actividades asociadas y generando la necesidad de manejar los Activos Físicos productivos de tal forma de amoldarse a todas estas variables , pero hacerlo de manera controlada implica una evaluación sistemática de los riesgos asociados a la Operación Industrial.

Mantenimiento pasa hoy por estos desafíos día a día , y necesariamente debe tener una base de conocimientos documentados en sistemas automatizados que le permitan medir rápidamente el impacto de cambios requeridos por el entorno, de tal manera de generar flexibilidad dentro de los límites preestablecidos. Esta realidad hace que la actividad deba pensar en un modelo integral de aproximación al problema presentado, aparece el Gerenciamiento de los Activos Físicos como un camino válido hacia el futuro, de tal forma de basar las Políticas y Estrategias a implementar en un documentada y sistematizada gestión de los riesgos Industriales.

El área de Mantenimiento, conocida como nadie de los Activos Físicos productivos, fue la primera que sufrió los embates de la Alta Gerencia para mejorar permanentemente sus Políticas de Activos, incluso optimizando y validando o no recomendaciones de fabricantes para poder apuntalar la supervivencia del Negocio, aunque se dio cuenta no tan velozmente que requiere de todos los componentes que de alguna manera gestionan los riesgos de la actividad productiva dentro de la organización industrial para controlar y gestionar el riesgo global. O sea que necesita de otros ámbitos y conocimientos para poder alcanzar objetivos superiores de Confiabilidad y Disponibilidad de los Activos que mantiene, ya veremos que solo un porcentaje de impacto positivo es el que pueden generar las acciones del área, luego se requiere un trabajo de Ingeniería que integre los conocimientos especializados de todas las incumbencias para mejorar los resultados.

Esta necesidad es la que nos lleva a pensar nuevos caminos para resolver la problemática, que ya presenta aristas de una complejidad superior, el “Mantenimiento Basado en la Ingeniería” pretende involucrarse directamente en el tema para cambiar el perfil ejecutor del área hacia un nuevo paradigma asociado a una actividad quirúrgicamente controlada y ejecutada, con elevados conocimientos que le aseguren una alta dinámica, en un entorno de riesgo controlado y permanentemente evaluado, por todo lo expuesto la actividad lentamente se va fusionando con otras de la organización pero sin dudas es el corazón/motor impulsor de este cambio generado al igual que cualquier evolución, por un requerimiento ineludible que impacta fuertemente en la actividad.

Un desafío apasionante para los involucrados, un camino lleno de obstáculos pero plagado de beneficios.

Por supuesto, cuando se alcanza la pasión por una actividad, también se necesita compartir las ideas y experiencias, en este camino los invito a transitar el trabajo con una mirada de base que desate la crítica y mueva el músculo semidormido del Mantenimiento Industrial, con el objetivo de volver a dar a la actividad la jerarquía que nunca debió relegar, pero mas que nada entendiendo que las organizaciones que no tengan la capacidad cultural de cambiar y transformarse permanentemente, lentamente

tenderán a desaparecer, no por ataques de otras organizaciones, sino por resultados magros y desalentadores.

La dinámica social actual demanda eficacia y eficiencia en cualquier proceso, y en el horizonte no se visualiza como pueda esto frenarse ya que es el resultado natural de una población mundial creciente, demandante de energía y alimentos, que no tiene otra salida que cuidar el planeta generando la menor cantidad de desperdicios en todas sus actividades, pues las ineficiencias tarde o temprano impactarán al Medio en que vivimos, esto por supuesto ya lo estamos experimentando de alguna manera con el cambio climático.

Para encarar los desafíos , es necesario entender las oportunidades, y podemos mostrar todos los resultados de Confiabilidad y Disponibilidad de los Activos Físicos productivos que generemos, pero como siempre, nada impactará mas que los beneficios económicos potenciales, en esta línea nos involucraremos en el desarrollo de este análisis.

Hace tiempo que las organizaciones trabajan con Indicadores de Gestión, tratando de entender la dinámica de cada uno de los Procesos Productivos e intentando mejorarlos a través de medidas claves y sensibles cuya mínima variación indica problemas y requiere correcciones. Pero estos son solo algunos de los Indicadores que nos pueden ayudar a gestionar eficientemente , la vida productiva de los Complejos Industriales así como la humana representada por nuestro propio Cuerpo presenta miles de variables que nos pueden estar indicando cambios en los procesos o en la salud casi imperceptibles, pero claves para el futuro.

Ante semejantes desafíos, se requieren modelos y recursos humanos y tecnológicos que permitan generar historia, guardarla, generar nueva, compararla, identificar vectores claves de los procesos productivos, avanzar en las mejoras, evaluarlas, nuevamente notificarlas, en el camino las tecnologías mejoran y cambian, se avanza en nuevos límites de frontera, nuevas soluciones a problemas insalvables, se ingresa en un estado de estatismo y disolución organizacional ante la evolución, o de “locura” que lleva a la inacción , o nos introducimos en el desarrollo de modelos procedimentados y sistémicos que en forma de plataformas informáticas aporten al

proceso decisorio de corto plazo en lo que respecta a eventos conocidos, dejando para equipos calificados el tratamiento del mediano y largo plazo. Es tal el avance del desarrollo humano en todos los niveles y la velocidad requerida para las decisiones que cada vez más se necesitan plataformas de base más completas para construir decisiones rápidas y válidas sobre ellas.

Aparece nuevamente la palabra clave, **Riesgo: Probabilidad x Consecuencia**, cada decisión tiene un riesgo, la capacidad organizacional para evaluar este riesgo con la velocidad adecuada para tomar las decisiones en tiempo y forma es hoy una gran ventaja comparativa.

Vemos como han aparecido grandes desafíos, la sola palabra “mantener” es aspiracionalmente vista como algo de reducida significancia ante los desafíos, se busca excelencia en el Proceso de Gestión de Activos.

A continuación veremos porqué la búsqueda de los mejores caminos para manejar los Activos Productivos en búsqueda de la excelencia es algo fundamental para el futuro desarrollo empresarial, traduciremos lo expresado a números económicos y financieros que resultan claros exponentes de las posibilidades potenciales.

1.1 Estatus actual del Mantenimiento Industrial a nivel mundial (2)

Para tener una idea de la vital importancia de la actividad para la sustentabilidad de la empresa en la actualidad, es necesario presentar algunos números esclarecedores de países desarrollados.

Estados Unidos gastó 200 billones (3) de dólares en Mantenimiento durante el año 1979, este gasto se incrementó a razón de un 10 a 15 % anual , llegando en el año 2005 a los 2000 billones de dólares, impresionante cifra que realmente muestra a las claras la determinante necesidad de producir un mantenimiento de excelencia, que permita hacer eficiente y eficaz la actividad. (Fig. 1-1)

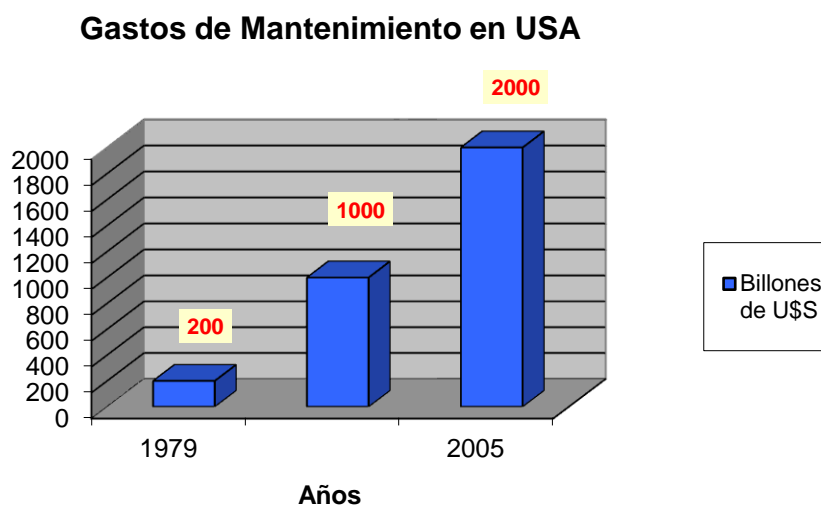


Fig. 1-1

Estos costos están referidos a la mano de obra y repuestos solamente, con lo cual las posibilidades para mejorar la Calidad del mantenimiento son increíbles en USA, como sabemos este país es la potencia mundial actual, pero sus falencias en el área son marcadas.

Es claro que el crecimiento del gasto en mantenimiento ha evolucionado exponencialmente y es un área de oportunidad para reducir los costos globales, en 1979 un tercio de los gastos en mantenimiento eran evitables o fueron malgastados, y esto se mantuvo en el tiempo, lo cual significa que para el año 2005, se podrían haber ahorrado 660 billones de dólares , imaginar esta cifra es algo muy dificultoso, y mucho más imaginar todo lo que se podría haber realizado con este dinero.

(2) Ref.: *World Class Maintenance Management (Terry Wireman). Datos y Gráficos.*

(3) Ref.: *En USA, 1 billón de U\$S: 1000 millones de U\$D.*

Extrapolando el análisis a nuestro ámbito, a pesar que no se cuenta con cifras exactas, podemos decir con cierta certeza que el rango de gastos innecesarios va desde un 20 % a un 50 % dependiendo del tipo de Industria y el nivel de su gestión , por lo tanto las oportunidades en este campo son infinitas en nuestro país.

Relación de Gastos de Mantenimiento en USA

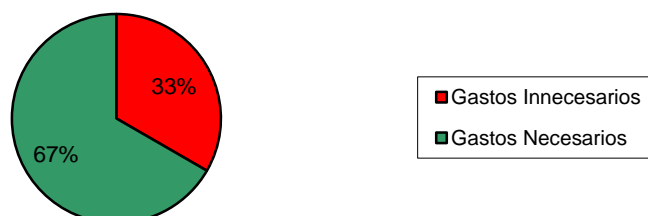


Fig. 1-2

Resulta realmente impactante ver la relación de Gastos Necesarios y Gastos Innecesarios de Mantenimiento en USA (Fig. 1-2), y es aún más impactante en países en desarrollo donde además se agregan los costos de las consecuencias asociadas a estrategias de mantenimiento mucho menos desarrolladas, es aquí donde se genera la idea de aportar a la mejora trabajando sobre un modelo de Mantenimiento que nos permita ser más eficientes y eficaces generando valor para las Compañías.

Esto, por sí solo demostraría la importancia del desarrollo de un área de mantenimiento de excelencia, pero hay un detalle adicional, también se ha comprobado en USA, que las pérdidas de producción asociadas a las paradas por reparación son de 2 a 14 veces superiores a las generadas por los costos directos de mantenimiento (horas hombre y repuestos), esto se hace especialmente verificable en las industrias de producción continua y alto valor de los productos, tal cual es la característica principal de las compañías Químicas y Petroquímicas instaladas en Bahía Blanca, objeto de esta tesis. (Fig. 1-3)

Relación Costos de Mantenimiento/Pérdidas de Producción por reparaciones (USA)

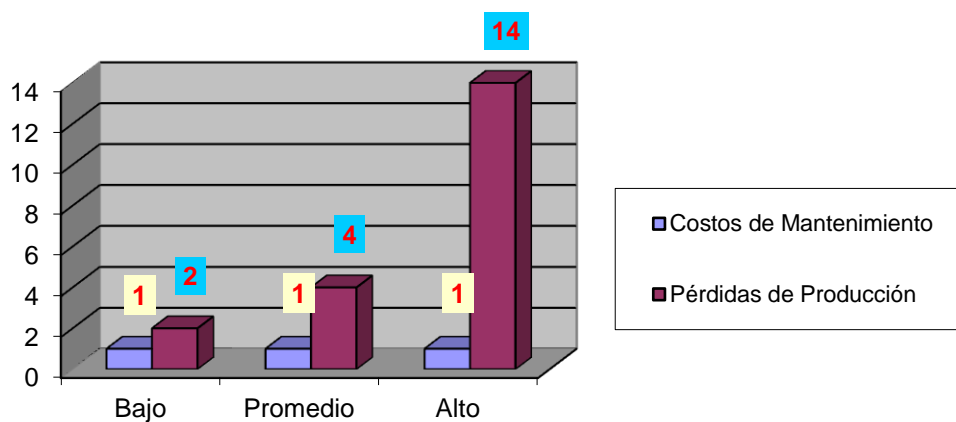


Fig. 1-3

Teniendo en cuenta que un día de producción normal, en una de las Plantas en las cuales he tenido experiencia, tiene un valor diario promedio superior al 1.500.000 de U\$\$, se observa claramente que, ante una parada por un error de mantenimiento que produzca 10 días de pérdidas de Producción, estaríamos hablando de 15.000.000 de U\$\$, y si paramos treinta días al año son 45 millones de U\$\$ de pérdida de producción, a lo cual debemos sumar los costos de Mantenimiento, esto podría alcanzar o superar el 10% de la facturación anual de la Compañía, convirtiéndose en una situación grave para la sustentabilidad empresarial.

Las Plantas de nuestro ámbito, están claramente sobre el promedio en la comparativa Costos de Pérdidas de Producción/Costos de Mantenimiento por fallas y reparaciones.

Si consideramos que un Presupuesto Anual Normal de Gastos en Mantenimiento en cualquiera de estas Compañías, va desde los 4 millones de U\$\$ hasta superar los 10 millones de U\$\$, estaríamos hablando de ahorros potenciales de un 33 % sobre estos valores por gastos innecesarios, y de dos a 14 veces más en costos de producción si tomamos los valores de USA, que son con certeza aplicables a nuestro caso, como dijimos, en nuestro país los costos innecesarios pueden alcanzar el 30% o más, debido a la falta de tecnología, recursos y servicios de excelencia.

Por lo tanto:

Si tomamos los datos de USA y tenemos un Presupuesto Anual de Gastos de 8 Millones de dólares, normal para las industrias locales, se dan las siguientes opciones para los costos evitables:

Para pérdidas de Producción por reparaciones de 2 veces el costo de Mantenimiento (anualizado):

Pérdidas por Mantenimiento + Pérdidas por las Paradas de Planta asociadas=

[8 millones x 1/3 (gasto innecesario)]+[2 (veces el costo de mantenimiento) x 8 millones] (aproximadamente diez días de Parada por problemas de Confiabilidad).

= 18,66 millones de dólares

Pérdidas Totales Mínimas (brutas) originadas por un Mantenimiento de Baja Calidad:

18,66 millones de dólares anuales

Para pérdidas de Producción por reparaciones de 14 veces el costo de Mantenimiento (anualizado):

Pérdidas por Mantenimiento + Pérdidas por las Paradas de Planta asociadas=

[8 millones x 1/3(gasto innecesario)]+[14 (veces el costo de mantenimiento) x 8 millones] (aproximadamente 60 días de Parada al año por problemas de Confiabilidad)

= 114,66 millones de dólares

Pérdidas Totales Máximas (brutas) originadas por un Mantenimiento de Baja Calidad:

114,66 millones de dólares anuales

Se origina la siguiente conclusión:

-Ahorros con un Mantenimiento de Excelencia en nuestro ámbito-

Rango: (18,66 -114,66 millones de U\$S anuales)

El valor mayor del rango es catastrófico para una Planta que genera 1,5 a 2 millones de U\$S diarios brutos de ingresos, porque significa 60 días de parada por fallas, es el extremo superior y no es la normalidad; pero 10, 20 o 30 días de Parada Anual por fallas previsibles, si es muy factible y real.

Ahora sí, **debemos tomar con seriedad al “Mantenimiento Industrial” y a la “Confiabilidad y Disponibilidad de los Activos Físicos”**, los números son reveladores, asustan e impactan, pero lo peor que nos podría pasar es tomar esta pérdida como algo estadístico y generarnos una aceptación del problema sin buscar soluciones, es en realidad algo totalmente mejorable, por supuesto con inversiones en recursos profesionales y tiempos para inducir el cambio cultural y profesional.

Hoy, más que nunca, las Compañías globales se están dando cuenta del impacto del Mantenimiento Industrial en los números de la empresa, y están poniendo foco en la gestión del área, dándole la importancia que los números económicos reflejan, ya que un deficiente mantenimiento puede ser el origen de la quiebra de la Empresa, o yendo un poco mas allá , una mala Gestión de los Activos Físicos Productivos será la diferencia que provocará el desastre empresarial.

CAPITULO 2

El Entorno Productivo y el Modelo

“En la mayoría de las oportunidades, el mejor de los planes fracasa debido a condicionantes del entorno, pues nuestro entorno productivo realmente tiene todos los ingredientes para hacer fracasar cualquier buena intención de desarrollo industrial de mediano y largo plazo. Ejemplo de esto, es que en muchas oportunidades las empresas multinacionales reclutan profesionales argentinos para sortear las crisis, ya que son valorizados por sus experiencias en ámbitos realmente complicados y cambiantes. El Modelo de Mantenimiento Industrial deberá ser sustentable en este ámbito”

2.1 El Entorno “Argentina” durante la última década del siglo 20

Recurriendo a la historia, la década del 90 en la Argentina, se caracterizó por un gran desarrollo del área de servicios, basado en la inyección de dinero generado por la venta de activos y recursos naturales no recuperables, estratégicos del país. Esto, evidentemente se llevó a cabo si un plan adecuado de reinversión de ese dinero, lo cual generó solo gasto improductivo y produjo una burbuja de bienestar en ciertos sectores de la sociedad Argentina, pero con un horizonte que se visualizaba realmente comprometido.

Las decisiones extremas siempre caracterizaron a los cambios políticos, nunca se visualizó el país a 10 o 20 años, siempre faltaron estadistas que establecieran directrices estratégicas de crecimiento, planificaciones de mediano y largo plazo que dieran a nuestra economía el sesgo productivo, tecnológico y exportador que hoy presentan los países de máximo desarrollo a nivel mundial (por ej.: nuestro cercano vecino Brasil, cuyo desarrollo tecnológico e industrial es inalcanzable a esta altura, con la gran tristeza

que me produce admitir esta realidad, digamos que estamos atrasados sin miedo a fallar 20 a 30 años), con todo lo que esto significa para el bienestar de la sociedad, las oportunidades se dejaron pasar constantemente, sin obtener rédito alguno de las mismas.

Las organizaciones se fueron haciendo cada vez más esbeltas en el afán de bajar los costos para sobrevivir, todas avisaban el desenlace y se preparaban de distintas maneras para vivir el momento crítico que tarde o temprano llegaría, el estado era un ausente como generador de políticas activas derivadas de un Planeamiento Estratégico, el cual era inexistente, una política monetaria rígida dominaba el entorno, en un primer momento resultó la balsa salvadora, para luego convertirse en una ancla demasiado pesada que no se soportaría.

En la Industria se están viviendo hoy las consecuencias de aquellos tiempos, no se desarrollaron proveedores de servicios, ni profesionales locales, y no se invirtió debidamente en la matriz energética con la idea de acompañar el crecimiento sostenido.

Aquellos que con pensamiento estratégico de largo plazo, ante un país potencialmente favorecido, con recursos naturales y de conocimientos para nada despreciables, apostaron al desarrollo y por mantener los recursos tecnológicos y humanos durante los malos tiempos, no solo lograron sostener su funcionamiento vital, sino que rápidamente lograron producir a gran escala y refinanciar deudas, ya que sus estados financieros estaban consolidados, este es el camino a seguir sin dudas.

A modo de ejemplo, en aquella época una Compañía líder con un negocio claro, consolidado, regulado y cuasimonopólico se planteó estratégicamente la idea de ampliar un negocio propio, desregulado, que significaba un 5% de sus ganancias, tomando riesgo para en ese momento lograr un 2,5 % adicional, luego con el congelamiento de tarifas (en pesos), el negocio desregulado salvó a la Compañía y significa más del 80% del ingreso, a la distancia esta me resulta una clara muestra de un excelente Planeamiento Estratégico, y un gran aprovechamiento de los “vientos a favor” para posicionamientos decisivos en la industria y el mercado, aunque a rigor de verdad, tengo que decirlo con una gran dosis de esfuerzo de Profesionales visionarios, vitales para cualquier nuevo emprendimiento que no cesaron en la búsqueda del objetivo, cual era la aceptación y ejecución del proyecto.

2.2 El Entorno “Argentina” durante el comienzo del siglo 21

El siglo XXI nos recibió con una nueva gran crisis, todo se desmoronó como un castillo de naipes y hubo que volver a empezar, la sociedad pagó nuevamente un precio muy alto por los excesos y errores pasados, las organizaciones inmersas en la misma sufrieron de igual forma, pero como expresé anteriormente algunas lograron sortear esta nueva valla, y se prepararon para el resurgimiento, por supuesto fueron aquellas que además de conocer el entorno productivo y tomar medidas anticíclicas, aprovecharon los buenos tiempos para ser eficientes y eficaces como las mejores en el mundo, ante nuevas oportunidades, por supuesto, reiniciaron el crecimiento.

La economía tiene gran porcentaje de su funcionamiento basado en ciclos, y es muy dinámica en la actualidad, siendo los ciclos cada vez más cortos. Hoy, un producto o servicio de primera línea, incluso monopolístico de alta demanda, pasará mañana a ser un elemento común y en el mediano plazo despreciado, ejemplos hay muchos en la industria electrónica donde los cambios permanentes son la normalidad.

Muchas Compañías, a partir de su mejor situación, originada en un planeamiento real, como dirían los más chicos “en serio”, recompraron deudas en el mediano plazo y aprovecharon de la mejor manera el crecimiento del precio de los “comodities”, el tipo de cambio preferencial para las exportaciones y un mundo ávido de productos sobre todo alimenticios, los cuales por supuesto posicionan a nuestro país entre los principales productores.

2.3 El Entorno “Argentina” en la actualidad

Hoy en día, una nueva crisis financiera y económica, esta vez internacional, impacto profundamente la economía de los países centrales, y por supuesto al valor de los commodities, que había sido el motor del resurgimiento, la coyuntura se muestra realmente tempestuosa, pero nuevamente el valor agregado de una organización profesionalizada, esbelta, eficaz y eficiente, es la bandera de la recuperación. Como en todos los países en desarrollo, existen empresas argentinas que han resistido todo tipo de embates, si nos introducimos en ellas, veremos planificación de mediano y largo plazo, tratamiento de la actualidad, inversión en la utilización, uso y conservación de la historia y una gran pasión por el desarrollo, sustentado en cuadros altamente profesionalizados, oportunamente generados en los tiempos de bonanza y sustentados en las crisis, con visiones a nivel mundial en todas las áreas, esta es la ventaja comparativa, pensar permanentemente en el futuro sin dejar de lado las experiencias y vivencias del pasado y la gestión del presente.

Conclusión: el entorno define los resultados, y a su vez la sociedad y la organización están definidas por el entorno, es un círculo vicioso del cual no podemos liberarnos y nos ha generado rotundos fracasos empresariales, con permanentes avances y retrocesos.

El compromiso y la participación son fundamentales a la hora de generarnos el futuro, las cosas pasan pero hay que estar preparados para enfrentar los sucesos económicos globales, al igual que en la Planificación del hogar, uno se va generando el futuro y evidentemente la pasión que ponemos en ello muchas veces supera la empleada en nuestras profesiones, y bien podemos decir que la sociedad argentina es un claro ejemplo de manejo y control de la adversidad para renacer de las cenizas.

Las organizaciones dependen de las personas, estas constituyen su máximo capital, a veces esta idea es usada con intereses propagandísticos o como una mala herramienta de liderazgo, la realidad es que las personas definen el futuro de las Compañías, para bien o para mal, y las empresas deben saber que ese Capital también debe ser gerenciado, para utilizarse de la mejor forma, en todo momento.

El entorno influye sustancialmente en la supervivencia de las organizaciones, pero siempre es importante generar una visión global que nos aleje de los eventos coyunturales y permita el desarrollo futuro, para ello los líderes juegan un papel fundamental.

2.4 El Pensamiento Gerencial en la Argentina

Uno recuerda discusiones de la década del 90, originadas en dos líneas de pensamiento totalmente opuestas:

-La primera con un sentido cortoplacista de la situación, pensando en el bienestar particular, sin visualizar las graves consecuencias de la indiscriminada pérdida de Activos vitales para el futuro productivo del país. (Petróleo; Gas; Telecomunicaciones; Transportes, etc). Era evidente que estas compañías, que en sus etapas de desarrollo habían resultado líderes en latinoamérica y gran parte del mundo, pasaron a ser elefantes blancos con una gran inercia de movimiento y generadoras de grandes actos de corrupción.

También era evidente que la entrega total de estos activos estratégicos dejaría al estado Argentino con una gran dependencia de decisiones externas a su ámbito, pero más grave aún, la falta de planes adecuados de reinversión y entes de control de poco valor agregado dificultarían aún más la situación futura.

La crisis social era solo cuestión de tiempo, el país había empeñado y entregado las “joyas de la abuela”, y la deuda interna y externa se había incrementado, el estado quedaría sin herramientas para controlar a un mercado desequilibrado y voraz.

-La segunda soportada por un pensamiento estratégico que planifica, programa y decide con un ojo en la coyuntura y el otro visualizando el futuro , desarrollándose y preparándose para el aprovechamiento integral de las oportunidades al momento en que estas se presenten, pensando en los que vendrán y produciendo para el bienestar general de las generaciones futuras.

En ámbitos industriales se visualizaba exactamente lo mismo, las decisiones estratégicas de negocios requerían altísimas tasas internas de retorno, el rol del estado nulo hacía que nadie pensara cinco años hacia delante, hoy la crisis energética es una clara demostración, recuerdo claramente la imagen de conferencias de negocios donde

se decía que la Empresa petrolera del gigante sudamericano cometía errores importantes al llevar un gasoducto de Bolivia a San Pablo porque el retorno de la inversión no se daría hasta diez años por lo menos, con lo cual el negocio era poco rentable, en la actualidad Brasil toma cerca de 30 millones de m³ diarios a través de este gasoducto y Argentina no logra superar los 5 a 7 millones a través de los gasoductos existentes, es aquí donde el estado debe aparecer para posicionar estratégicamente al país y tomar acciones de riesgo con el objetivo de diversificar la matriz energética.

La empresa privada cumple su rol, pero jamás invertirá pensando en el desarrollo como Nación, ante la falta de proyecto país restringió aún más el nivel de inversiones, sobre todo las grandes compañías pertenecientes a grupos multinacionales.

También aquí los estilos gerenciales se diferenciaban claramente, aquellos que muy preocupados por la coyuntura dejaban igualmente una ventana al desarrollo estratégico, tecnológico y de los recursos humanos de su sector, y aquellos que pensaban no más allá del semestre, con lo cual, cualquier condición de desarrollo era imposible, lo más lamentable es que se podían tomar decisiones estratégicas, desarrollar actividades de gerenciamiento de activos adecuadas y realizar inversiones medias que posicionarán a los sectores hacia el futuro, Mantenimiento es un claro ejemplo de esta situación, y justamente este trabajo nace de la idea de visualizar la importancia del desarrollo pensando siempre en la generación de oportunidades futuras.

Como dijimos, se presentaban dos estilos Gerenciales de Mantenimiento claramente diferenciados:

-El gerenciamiento basado en objetivos personales de corto plazo (pasatista , no deja nada) con constantes reducciones presupuestarias, pérdida de capacidad operativa y recursos estratégicos, y generadores de organizaciones con tendencias irreversibles hacia su desintegración.

-El gerenciamiento estratégico, establece las bases para la obtención de objetivos superiores y duraderos, invierte en recursos y en el desarrollo y capacitación del

personal, construye cimientos fuertes y organizaciones eficientes, flexibles y dinámicas generadoras de ganancias en cualquier entorno, sin hipotecar el futuro de la Nación. Se entrelaza con los procesos organizacionales vitales para la gestión del riesgo de la Operación Industrial, como los son Producción , Procesos, Almacenes, Seg. y Medio Ambiente, etc.

El mundo se encuentra en una profunda crisis económica, pero es justamente de los ejemplos de crisis de donde debemos obtener las mejores alternativas para sortear las mismas, mediante el logro de organizaciones que rápidamente se adapten a los cambios, y me queda bien claro que el conocimiento, la experiencia, el liderazgo, el profesionalismo y las profundas raíces éticas y morales son fundamentales en las situaciones límites.

Es así, que reviviendo experiencias pasadas, el rol de los dirigentes y de los profesionales, y la Visión de los mismos para imaginar futuros, resultó la variable fundamental para generar organizaciones fuertes, dinámicas, versátiles, esbeltas (Lean), confiables, eficaces y eficientes, que sortearon las tormentas con adaptaciones menores y ya estaban preparadas para el nuevo comienzo.

Claro que no es fácil contar con profesionales y líderes de estas características, nosotros hemos generado a través de nuestros representantes los vaivenes económicos y políticos de nuestro país, la industria esta compuesta por integrantes de esta sociedad y no escapa a las mismas problemáticas, conducciones pasatistas en búsqueda de oportunidades y rápidos resultados, gestiones con cero Planeamiento Estratégico luchando permanentemente con el día a día, desgastando y malgastando los recursos sin objetivos claros.

La Industrias que sortearon la crisis del 2001, sin pocos contratiempos, se encontraron con escasos recursos capacitados para estabilizar la situación y reiniciar el crecimiento, pero aún peor, se quedaron sin una Misión que orientara los esfuerzos de corto plazo , ni una Visión que soportara las inversiones estratégicas necesarias para recomponer la situación a mediano y largo plazo, se quedaron literalmente sin alma, sin razón de ser , sin contenidos filosóficos y estratégicos para retomar la senda del crecimiento, así como el país, muchos tuvieron que empezar de cero.

Lo expresado resulta reiterativo en nuestro entorno, a consecuencia de no tener un pensamiento estratégico que visualice horizontes de mediano y largo plazo, en la organización de Mantenimiento sucedió algo similar.

Este es el panorama y el desafío es claro, la idea es demostrar que se puede gestionar eficiente y eficazmente el Mantenimiento Industrial en este país, lograr resultados duraderos y crecer, apuntalando el crecimiento nacional, mas importante aún preparar al área para sus nuevos desafíos y oportunidades.

Podemos vivir para lamentarnos o podemos comprometernos e involucrarnos para producir el cambio, el presente trabajo es parte de mi vida profesional, y expresa mi pasión y compromiso para con la actividad.

2.5 El Modelo de Mantenimiento Industrial

En estos párrafos me permito retrotraerme y repetir parte del resumen de inicio de este trabajo, ya que rápidamente me permite introducirme en el desarrollo del mismo.

Como expresamos, el entorno analizado, altamente cambiante, competitivo y desafiante, requiere constantemente reducciones de costos en Operación y Mantenimiento, las Inversiones en Mejoras y Nuevas Tecnologías son puntualmente analizadas.

Los costos pueden ser reducidos a través de medidas como reestructuraciones y tercerización, también se pueden reducir costos comprando de proveedores con precios bajos (reduciendo estándares de calidad en la especificación de materiales y suministros), eliminando tareas con bajo impacto en el corto plazo como el análisis y diagnóstico de fallas, reducir capacitación y entrenamiento, reducir o eliminar la medición o monitoreo de condición de los equipos, eliminar la implementación de mejoras, prescindir del conocimiento, etc.

Gran parte de estos ejemplos de recortes son familiares para quién busca resultados a corto plazo, pero ¿son realmente efectivos y capaces de alcanzar resultados a mediano y largo plazo?.

La siguiente afirmación sintetiza la respuesta:

“La reducción de costos hoy, serán los incrementos exponenciales de los mismos mañana, y llevarán a la posible desaparición de la Empresa”

¿Cuál es el camino a seguir entonces?

Aparece en escena, un concepto conocido pero no siempre bien comprendido, **“Confiabilidad”**

“Confiabilidad es la probabilidad que el sistema, proceso, equipo o maquinaria, cumplirá sus funciones requeridas en forma satisfactoria, bajo condiciones específicas y

dentro de un cierto período de tiempo”. *Ref.: definición genérica de la bibliografía de referencia. Ver final del trabajo.*

Como forma **satisfactoria**, se establece el máximo rendimiento con la menor pérdida de producción, disminución de capacidad nominal o paradas por cualquier razón.

Por lo tanto, la Filosofía de Mantenimiento más eficiente para gerenciar los activos productivos y generar valor para la empresa, se basa en el logro de Confiabilidad Operativa, todas las estrategias de Mantenimiento se deberían basar en esta filosofía para ser implementadas.

La Confiabilidad, es una de las armas fundamentales para luchar contra las condiciones cambiantes del entorno. Cuando la misma se incorpora a la Cultura de la Empresa transformándose en Filosofía, se potencia la capacidad de adaptación de la organización a los imprevistos.

Todos los aspectos del negocio contienen impredecibilidad, derivada de demandas instantáneas de los clientes (internos y externos), y del entorno productivo, financiero y comercial. La habilidad para lidiar con esta incertidumbre es un ingrediente esencial para la obtención de ganancias, siendo la Confiabilidad uno de los mecanismos que proporcionan un alto retorno para los accionistas.

Ref.: Reliability-Based Maintenance as a breakthrough Strategy in Maintenance Improvement (Grahme Fogel and Dave Petersen)-CSI Computational Systems Inc.

-Improving Maintenance & Reliability Through Cultural Change.(Stephen J. Thomas-2005)

Finalmente se nos presenta un cuestionamiento básico:

¿Es posible implementar una estrategia de Confiabilidad en la Argentina?

Entiendo que el desarrollo de este trabajo nos permitirá avanzar en alguna respuesta satisfactoria.

Si hablamos de impredecibilidad, de condiciones cambiantes e incertidumbre, en nuestro caso tenemos que posicionarnos en nuestro país y entender la situación para poder desarrollar un Modelo de Mantenimiento aplicable a las condiciones reinantes. Ya analizamos el entorno productivo, por lo tanto antes de continuar, debemos caracterizar el ámbito de posible aplicación del Modelo.

2.5.1 Características de la Industria del Petróleo, Gas, Químicas, Petroquímicas y sus derivados en la zona de Bahía Blanca

Sin dudas el mayor Polo Petroquímico y Gasífero de la República Argentina, y uno de los más importantes Puertos Marítimos de aguas profundas se encuentran en Bahía Blanca, un área por otro lado muy importante para la producción agrícola y ganadera, poseedora de Universidades de primer nivel que abastecen con Profesionales capacitados a los emprendimientos productivos, generando todo esto un ámbito propicio para las radicaciones industriales.

En este contexto, tan favorable, se han producido grandes inversiones en los últimos 30 años, partiendo de empresas y servicios de base que generaron una importante cantidad de emprendimientos satélites dependientes unos de otros. A partir de materias primas fundamentales como el gas , la energía y el agua se obtienen una cantidad y variedad de productos que abastecen al país y al mundo.

Gran parte de estos emprendimientos tienen un perfil diferenciado, con presencia de características específicas compartidas que tipifican el mismo, son Compañías de:

- Muy alto valor agregado de su Producción.
- Producción Continua los 365 días del año.
- Activos de diseño específico para la Industria.
- Materiales especiales.
- Tecnología de punta en equipamiento, sistemas de control y seguridad.
- Elevado valor de los Activos productivos.

- Capital intensivo.
- Producción intensiva.
- Productos de alto valor comercial.
- Recursos intensivos (personal , servicios, etc)
- Necesidades Energéticas muy importantes.
- Necesidades de materia prima en cantidad y calidad.
- Alta dificultad de puesta en producción.
- Procesos complejos y dependientes unos de otros.
- Varias Plantas productivas en una.
- Equipos muy pesados y voluminosos.
- Productos químicos de alto riesgo.
- Productos muy requeridos y escasos.
- Productos requeridos por empresas satélites como materia prima.
- Tecnologías importadas de diferentes fabricantes y países.
- Muy alto valor del stock de repuestos.
- Muy alto costo de las fallas imprevistas.
- Muy alto costo de las reparaciones.
- Altas presiones y temperaturas, corrosión, alta velocidad, altos caudales, etc
- Prototipos productivos.
- Tamaños muy importantes, etc.

Como se desprende de estas características, las actividades de mantenimiento sobre este tipo de industrias son críticas , cualquier intervención debe ser debidamente analizada pues sus consecuencias, sin son negativas, afectarán la continuidad operativa y pueden afectar también a la Seguridad y al Medio Ambiente. Cualquier actividad de ejecución de mantenimiento, que no sea monitoreo de condición, provocará interrupciones operativas y altos costos de pérdidas productivas, de repuestos y servicios, como ya pudimos ver en el análisis preliminar. Los daños pueden generar reparaciones prolongadas, con necesidad de componentes del exterior y meses fuera de servicio.

En estos ámbitos, la detección temprana de las fallas incrementará la producción, y permitirá ahorros importantes de costos potenciales de repuestos y servicios por roturas generalizadas. Los recursos son limitados y las exigencias productivas elevadas, es un ámbito realmente desafiante y el hombre de mantenimiento es un actor vital en el devenir organizacional. Un escalón por debajo de las Plantas de Energía Atómica, y a nivel de la industria de la aviación comercial donde las fallas son algo indeseado y se deben evitar, pues las consecuencias son catastróficas, es el nivel donde se ubican la mayoría de estas empresas, de aquí la necesidad de alcanzar una gestión y operación del área de Mantenimiento de excelencia, teniendo en cuenta que para potenciar sus esfuerzos debe actuar mancomunadamente con los otros departamentos de Operaciones Industriales.

2.5.2 Origen del Modelo de Mantenimiento Basado en la Ingeniería

Como pudimos visualizar, el valiosísimo aporte que puede generar el Mantenimiento Industrial para la supervivencia de las organizaciones, y el valor agregado de una Gestión de Mantenimiento de punta, son oportunidades para desarrollar el área, ya que cambios menores pueden inducir importantes mejoras.

A partir de la experiencia real vivida en el desarrollo e implementación de dos procesos de Mantenimiento en esta Industria, es que me orienté a la generación de un Modelo de Excelencia, con sus diferentes orígenes y denominaciones y sus similares etapas de implementación (años); con el mismo rol fundamental de la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, de los recursos humanos asociados y del trabajo en equipo; con el impacto y alcance producido en nuestro ámbito, la generación de un pensamiento sistémico, la especialización, la profunda capacitación y la imperiosa justificación de las inversiones tecnológicas necesarias en un entorno productivo de alto riesgo, como algunas de las directrices estratégicas que se deben transitar para inducir el cambio. Agregando un condimento fundamental cual es entender que los Activos Físicos deben ser gestionados integralmente entre todos los Departamentos que los utilizan e impactan.

El Modelo desarrollado se fundamentó en estas oportunidades, y en las elevadas posibilidades potenciales de mejorar la gestión de Mantenimiento, luego de probar por más de 15 años diferentes caminos estratégicos para el gerenciamiento del área.

Analizar y presentar aspectos basales y consecuencias de la implementación de un Modelo bajo esta Filosofía de Confiabilidad, en todos los aspectos del área, la sinergia con normativas de Calidad y Medio Ambientales, el incremento de los niveles de Seguridad Operativa, la reducción de Costos de Mantenimiento, el incremento de la Capacidad de Producción, y otras tantas ventajas adicionales generadas por este CAMBIO histórico producido en la forma de concebir un Mantenimiento de EXCELENCIA, alineado con las “Best Practices” mundiales, para luego producir un nuevo Modelo que contenga todas estas vivencias, con mejoras sustanciales derivadas

de luchar contra los errores del crecimiento estratégico acelerado de la gestión y las resistencias organizacionales, son el objetivo de este trabajo.

Desarrollaré líneas básicas de acción, probadas y algunas posibles de implementar, este Modelo se basa en experiencias pasadas, en desarrollos actuales y por alcanzar, ya que la combinación de herramientas existentes y estratégicas específicas para cada necesidad, es algo que podemos decir con cierto orgullo, que es un área aún inexplorada en esta actividad, solo es cuestión de seguir avanzando en la mejora continua de los procesos de gestión para insertarnos en modelos correlacionales que permitan saltos de calidad de la organización, asociados a metodologías que introducen la utilización sistemática del conocimiento organizacional en la toma de decisiones.

El futuro del Mantenimiento Industrial pasa por la gestión de los riesgos asociados a Operaciones Industriales y está directamente ligado a la performance de sus Activos Físicos. Esta tarea requiere una integración estructural de todos los Departamentos de Operaciones.

CAPITULO 3

Evolución del Mantenimiento Industrial

“Un análisis básico del desarrollo a través del tiempo del Mantenimiento Industrial (Sucesos Históricos), un recorrido por las antiguas y nuevas Filosofías y Estrategias, la concepción del aseguramiento de la “Capacidad de Producción” y sus implicancias sobre la capacidad operativa de las empresas, son algunos de los aspectos fundamentales a desarrollar para comprender la evolución del Mantenimiento Industrial”

3.1 El “Conocimiento Organizacional”

Para poder mirar hacia adelante y transitar caminos que agreguen valor a la organización, siempre debemos tener un espejo retrovisor que nos permita visualizar el pasado.

La actividad de Mantenimiento Industrial, al igual que otras, vivió diferentes etapas durante su evolución, una mirada retrospectiva es mandatoria a la hora de evaluar el camino a seguir, el aprendizaje organizacional es un elemento fundamental para el desarrollo, el conocimiento se compone de un grupo de experiencias que agrupadas y ensambladas correctamente generan el “know How” de la organización.

Sería un gran omisión para el desarrollo de un Modelo de Mantenimiento, no aprender de las experiencias pasadas, seguramente se volverían a cometer los mismos errores.

Las organizaciones en su mas alto nivel de desarrollo y excelencia son denominadas “Organizaciones Basadas en el Aprendizaje” o “Learning Organizations”, cuando una organización alcanza esta denominación, se dice que está en la cúspide de su evolución, ha logrado posicionarse en el futuro y gestionar la coyuntura, con un ojo en el libro de su historia, el cual es rico y detallado en eventos , y permanece siempre abierto para todos los componentes del equipo, de tal manera de generar un ciclo dinámico de Mejora Continua en su gestión.

Llegar a este nivel de evolución, no es sencillo y muchas veces nunca se alcanza, hasta temas culturales afectan al logro de una “Organización Basada en el Aprendizaje”, nuestra propia evolución como Nación nos indica claramente que no somos un país basado en el aprendizaje, no usamos nuestra historia para mejorar el futuro, si a nivel individual ni siquiera respetamos a nuestros mayores, como vamos a darle valor a nuestra historia.

Este es un grave problema que nos impacta profundamente en toda nuestra vida como país, y por supuesto las Organizaciones Industriales no están exentas del mismo problema. En culturas desarrolladas (Japón, Alemania, USA, etc) , la historia es un activo valiosísimo y respetado que está inmerso en la vida diaria de sus habitantes, sus mayores son gente sabia, por sus experiencias buenas y malas, soportados en los contenidos de su historia, estos países generan el desarrollo.

De la misma manera, resulta imprescindible analizar la Historia del Mantenimiento Industrial en el mundo, para poder desarrollar un Modelo de Mantenimiento de avanzada, y a su vez dividir la evolución en dos perfiles bien definidos, el técnico con su contenido de neto alcance técnico-tecnológico, y el filosófico-estratégico con su neto aporte a la construcción de la idea basal del Modelo de Mantenimiento a implementar.

3.2 Sucesos Históricos (Base Técnica) *

3.2.1 Primera Etapa (Hasta la Pos-Segunda Guerra Mundial):

Hasta los años '50, el Mantenimiento Industrial recorrió un largo camino basado principalmente en acciones reactivas y correctivas sobre los equipos involucrados, con mínimas intervenciones preventivas.

Literalmente se practicaba un “**mantenimiento a la rotura**”, que no identificaba ni le interesaban demasiado variables importantísimas a futuro como Confiabilidad, Seguridad Operativa, Disponibilidad, Sucesos Medioambientales, Lucros Cesantes, Satisfacción del Cliente, etc.

Las estrategias productivas y las tecnologías disponibles, asociadas al entorno existente no ayudaban, se producían equipos sobredimensionados de eficiencias y rendimientos relativamente bajos, robustos, pesados, de baja versatilidad, etc. La falla era algo natural, el mantenimiento era un área de recursos intensivos y de valor agregado limitado, con personal de reducido “expertise”, no se valoraba a la actividad más allá de un servicio del tipo general.

3.2.2 Segunda Etapa (Pos-Segunda Guerra Mundial):

Se había observado en este tiempo, que la vida operativa de los equipos estaba marcada por eventos de falla asociados fundamentalmente a desgaste, que tenían un modelo de ocurrencia claramente encuadrado en un fenómeno estadístico.

El segundo paso histórico se dio en la implementación del **Mantenimiento Preventivo (PM-Preventive Maintenance)**, a través de la utilización de las ahora sí disponibles primeras computadoras de gran tamaño y velocidad reducida, y “softwares” que aplicaban programaciones preestablecidas de Mantenimientos Preventivos, generando los avisos correspondientes con el cumplimiento de horas de los equipos. Se comienza a valorar la actividad y a los recursos humanos del área, comienzan a aparecer los especialistas.

3.2.3 Tercera Etapa (Fines de los 70 hasta principios de los 90):

Los Activos Físicos comenzaron a tener cada vez más desarrollo y por ende se transformaron en elementos costosos, la etapa de los “stand by” de grandes equipos comienza a desaparecer, ya que el costo/beneficio se incrementó en forma abrupta.

Los equipos pasaron a ser bienes cuya vida útil se trataba de prolongar con la idea de generar tiempos productivos y ganancias adicionales que amortizaran los mismos lo antes posible, y permitieran mantener equilibrada la estructura financiera de las Compañías.

El mantenimiento industrial se encontró súbitamente con una gran posibilidad de desarrollo, pero a su vez con un tremendo desafío entre sus manos.

Se inicia la verdadera revolución técnica y tecnológica del área, se comienza a utilizar el concepto de “Calidad”, asociado a todos los componentes del proceso productivo.

Posteriormente los constantes avances tecnológicos alcanzados, especialmente en la industria aeroespacial, comenzaron a tener aplicación práctica cierta en la industria en general, de esta forma aparecen en el mercado herramientas de análisis y monitoreo de condición basadas en sofisticados sistemas de computación, instrumentación asociada, y las técnicas y teorías específicas de diagnóstico mediante los datos obtenidos.

Esta estrategia de mantenimiento se denominó **Mantenimiento Predictivo (PdM o CBM-Predictive Maintenance/Condition Based Maintenance)**, pues tiene la capacidad de predecir futuros eventos o establecer la condición del equipo y producir acciones que evitarán sucesos catastróficos.

3.2.4 Cuarta Etapa (Fines de los 90, principios del Siglo XXI):

A partir de esta etapa, la aplicación del “sentido común” o “lógica” hace que el hombre de Mantenimiento observe la necesidad de dar un paso más y generar acciones proactivas apareciendo el **Mantenimiento Proactivo (Proactive Maintenance)**, lo cual

significa a partir de las acciones preventivas y predictivas (especialmente estas últimas) actuar directamente en la corrección de problemas incipientes, anticiparse a los daños generalizados y evitar roturas mayores, utilizando tecnologías y técnicas de última generación, cruzando información, analizando fallas repetitivas y críticas (análisis de fallas), obteniendo como consecuencia la posibilidad de ampliar los tiempos entre mantenimientos a través del monitoreo de condición, implementación de nuevos componentes tecnológicos que mejoran la performance de los equipos (dinámica y operativamente), etc.

A este desarrollo, se le agregó la inserción de todas las mejoras asociadas a la experiencia en el ámbito productivo, en la etapa de diseño; se produce un impresionante avance de la investigación en el diseño, aparecen materiales de gran desarrollo tecnológico; las máquinas asociadas a la producción de equipamiento para la industria (mecanizado, fundición, estampado, etc), generan con la aparición del control numérico elementos de altísima calidad, los cuales a su vez son inspeccionados y analizados con la aplicación de sistemas de medición y ensayos no destructivos que aseguran una larga vida útil de las partes, siempre y cuando estas sean utilizadas en el momento, lugar y forma indicadas por el fabricante y las teorías de diseño específicas.

Los equipos se producen teniendo en cuenta modernas concepciones asociadas a facilidades de mantención (**Mantenibilidad-“Maintainability”**), y a esto se suma la implementación de modernísimos sistemas operativos de control y protección electrónicos, que aumentan sustancialmente la Confiabilidad, Seguridad Operativa, Eficiencia y la Capacidad de generación de diagnósticos de fallas e implementación de soluciones con el menor lucro cesante. Es aquí donde aparece el nuevo e importantísimo rol de Mantenimiento y de la Operación que se lleva adelante en la instalación.

Por supuesto, a esta altura de los acontecimientos, los costos de las nuevas tecnologías se redujeron hasta que su aplicación generó ahorros que pagaron su implementación, y se pasaron a obtener ganancias que justificaron largamente la inversión.

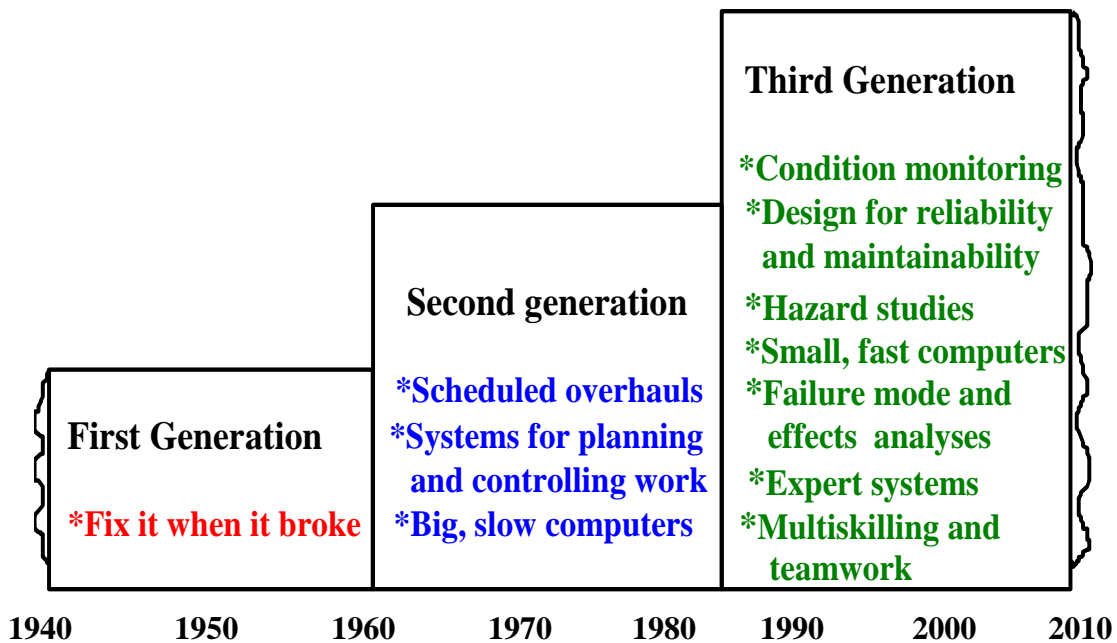
Se requiere una organización “Inteligente” , basada en el conocimiento, que demanda profesionales altamente capacitados, se necesita excelencia en cada proceso y

solo personal calificado puede desempeñarse en este ámbito desafiante.

El futuro se visualiza promisorio para el Ingeniero de Mantenimiento y Confiabilidad, en la era de las comunicaciones y tecnologías de punta, su participación será inevitable para comprender los permanentes avances y adaptar la organización a los cambios constantes , de tal manera de lograr el éxito de la gestión.

Como expresamos en algún punto de este trabajo , el Mantenimiento Industrial como su concepción lo definió comienza a desaparecer , todo su expertise migrará hacia áreas centralizadas con conocimientos de Operación , Procesos, Producción, Gestión de Repuestos , Mejoras, Confiabilidad, etc, que evaluando Riesgos de Confiabilidad, Seguridad y Medio Ambiente gestionarán los Activos Físicos de una manera organizada, y sistémica en la búsqueda permanente de la Excelencia.

-Una mirada retrospectiva del desarrollo técnico histórico del Mantenimiento Industrial se presenta en el siguiente gráfico que John Moubray proporciona en su libro RCM II (Reliability Centered Maintenance II).



Changing maintenance techniques (RCM II-John Moubray)

Fig. 3-1

3.3 Evolución del Mantenimiento (Base Filosófica y Estratégica) *

3.3.1 Primera Etapa (Hasta la Pos-Segunda Guerra Mundial):

Las estrategias como vimos eran eminentemente reactivas en los años 50, mantenimiento realizaba tareas del tipo artesanal, la actividad consistía en la intervención a demanda con cero anticipación de las fallas, prácticamente no existía una organización de mantenimiento, sino individuos con algún tipo de experiencia en reparaciones que repartían su tiempo en diferentes trabajos de acuerdo a las necesidades.

3.3.2 Segunda Etapa (Pos-Segunda Guerra Mundial):

Con la aparición del Mantenimiento Preventivo, comenzó la era del mantenimiento como organización dentro de la empresa, personal con cierto entrenamiento desarrollaba las tareas, el hombre de mantenimiento comenzó a ser respetado como un especialista.

La estrategia de Mantenimiento era generada por el fabricante , el cual se cubría de la aparición temprana de fallas recomendando frecuencias elevadas de intervención y reemplazos de partes que a su vez desarrollaban su negocio de repuestos, no se analizaba si los componentes al momento de su reemplazo aún tenían vida útil, era una actividad totalmente ajustada a recomendaciones y procedimientos establecidos en los manuales de los equipos, todo el desarrollo se concentraba en el fabricante, el área de mantenimiento tenía sus acciones acotadas, era un mantenimiento sin inteligencia asociada, tan solo un ejecutor especializado de tareas desarrolladas y analizadas por un tercero (la Fábrica del equipo).

No resultaba un área motivante para la Ingeniería como profesión, tal es así que no era algo bueno para el Ingeniero estar en Mantenimiento, no había desarrollo, las actividades principales pasaban por otras áreas , Ingeniería y Operaciones dominaban el conocimiento, se vislumbraban posibilidades de mejora pero no se actuaba en consecuencia.

3.3.3 Tercera Etapa (Fines de los 70 hasta principios de los 90):

La falla repetitiva o la intervención reiterada comenzó a ser un pésimo negocio para la Industria, Mantenimiento podía mejorar los resultados operativos de los equipos y comenzaba a tener injerencia en las decisiones.

Anticiparse a la falla pasó a ser una cuasi-obligación para sobrevivir en el mercado, el tema comenzó a desvelar a las organizaciones y el área sería la encargada de tomar la responsabilidad, la estrategias del momento se direccionaron a entender los modos de fallas de los activos industriales, se realizan estudios claves para el desarrollo futuro.

Las estrategias intentan focalizarse en la proactividad, pero el mantenimiento reactivo domina ampliamente sobre las nuevas metodologías.

Había que darle un perfil de desarrollo a la organización, la Ingeniería como profesión debía comprometerse con responsabilidades de mantenimiento, se necesitaba el conocimiento en acción para mejorar la disponibilidad y performance de los equipos para la producción.

Se generan todo tipo de estrategias para tratar de encausar la problemática, pero la necesidad de una organización dinámica y basada en el conocimiento se convirtió en algo imprescindible para el Mantenimiento Industrial, el cual presenta aún en la actualidad facetas diferentes, pero cada vez con más asiduidad la “lógica” y el “sentido común” prevalecen sobre la rigidez de procedimientos y estructuras funcionales que hicieron peligrar su existencia.

La flexibilidad, comparable a la que necesariamente deben poseer las organizaciones modernas para generar valor agregado y consecuente prolongación de su desarrollo en el tiempo, es la que Mantenimiento se resistieran o no los recursos humanos involucrados, debería poseer para acompañar la imprescindible versatilidad operativa que cualquier proyecto empresario requiere para su supervivencia futura.

La competitividad mundial necesariamente hace perdurar los productos de calidad y costos diferenciados, el Mantenimiento, como ya expresamos, parte vital del proceso productivo debía desempeñar su rol para alcanzar la diferenciación, que sentaría

las bases del servicio o producto que llegaría y crearía preferencias en el consumidor intermedio o final.

Pero no solo la apertura de fronteras es la que generó posibilidades superadoras en esta actividad, el continuo e inexorable avance del conocimiento y el desarrollo de nuevas tecnologías, la necesidad ineludible de mantener los activos físicos con el claro objetivo de incrementar su vida útil y reducir la relación costo-beneficio, la utilización de experiencias del pasado, y por sobre todas las cosas el pensamiento analista del ser humano que normalmente busca superarse personal y profesionalmente, desencadenó en un profundo cambio en las filosofías y estrategias llevadas adelante en esta actividad vital de la operación.

3.3.4 Cuarta Etapa (Fines de los 90, principios del Siglo XXI):

En los años 90, el ámbito operativo había relegado nuevamente posiciones con respecto a otras áreas de la Empresa (Finanzas, Legales, Institucionales, RRHH, Sistemas, Marketing, etc), las cuales pasaron a ser parte imprescindible del devenir organizacional, retrasando y haciendo entrar en una meseta de crecimiento a las áreas directamente asociadas al desarrollo del Producto. (Mantenimiento y Producción).

Este suceso, consecuencia de intereses y tendencias mundiales diversas, minimizó y posicionó en segundo término a las actividades que generaban el Producto y aseguraban la Disponibilidad de la Capacidad instalada para el logro de ese Producto; con lo cual todos los sectores que manejaban los recursos de las Compañías generados por el producto de referencia, en caso de fallas en la piedra basamental, quedarían sin recursos a administrar.

Este razonamiento sencillo fue desplazado del pensamiento empresarial por los vertiginosos acontecimientos mundiales que requieren Ingenierías Financieras, Legales, Políticas y de Mercado complejas, y Organizaciones flexibles y adaptables a las necesidades del medio. Esto resultaba muy viable siempre que existiera un Producto o Servicio que soporte todo el andamiaje organizacional, rotundos fracasos de Empresas Líderes han demostrado la necesidad de balancear el “status” de decisión de los

distintos ámbitos organizacionales, especialmente revalorizando los sectores Operativos (Producción y Mantenimiento).

Al sacrificado y no siempre reconocido hombre de mantenimiento, se le presentó hoy la inigualable posibilidad de participar mucho más activamente en el proceso productivo, aportando una importante cuota-parte al éxito de la empresa, pero el desafío exige como dijimos, especiales actitudes y aptitudes que recién hoy en la actualidad y solo en países líderes en desarrollo es posible adquirir en centros especializados de capacitación, en nuestro ámbito el Ingeniero de Mantenimiento y Confiabilidad nace y crece con el desarrollo de un Mantenimiento adaptado a nuestra realidad funcional.

Es aquí donde el aprovechamiento de la oportunidad para alcanzar un nivel de funcionamiento “World Class” dependerá de los directivos y de los recursos humanos de mantenimiento, de sus capacidades y valor para emprender semejante camino, el cual puede significar una revolución de eficiencia, o si se enfrenta parcialmente, un rotundo fracaso realimentado por los detractores de los progresos tecnológicos y humanos, que aunque no podrán resistir el advenimiento de las nuevas estrategias, posiblemente hagan fracasar el éxito presente del Proyecto.

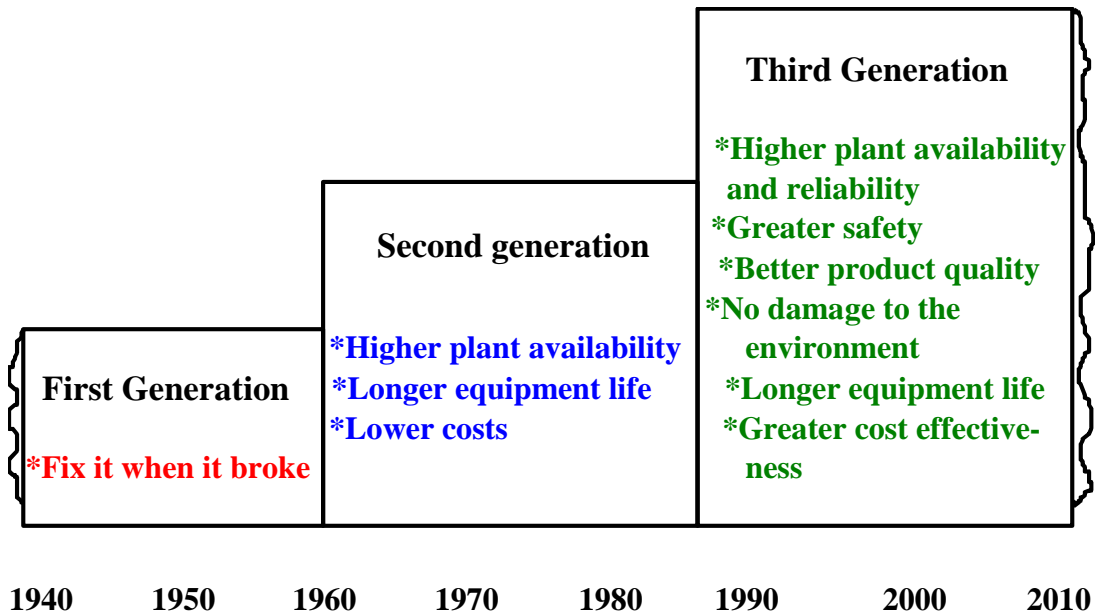
Es por eso que utilizando un razonamiento simple y teniendo en cuenta las posibilidades tecnológicas a nuestro alcance, a través de la conjunción de estrategias Predictivas y Proactivas, y la correcta utilización de estrategias Preventivas, podemos comenzar a ilusionarnos con hitos fundamentales de la Producción como son la Disponibilidad, la Confiabilidad y por acción correlativa la Capacidad de Producción.

La tarea hoy presenta constantes desafíos, y más que nunca la eficacia y éxito laboral del personal de Mantenimiento depende de la forma y estrategias aplicadas en su trabajo día a día, se requieren capacidades organizacionales especiales, conocimientos generales para desarrollar estrategias adecuadas, profundos conocimientos técnicos y tecnológicos, económicos y financieros.

El área se encuentra inmersa en el corazón de la empresa e interactúa con todos los demás sectores, su presupuesto es uno de los mayores (sino el mas alto) de las compañías industriales de capital intensivo, nuevamente Mantenimiento se posicionó en

el ojo de la tormenta, la cual le requerirá por sobre todas las cosas utilizar el conocimiento para salir airoso del desafío.

-Un panorama del recorrido estratégico del Mantenimiento Industrial a través de los años se presenta en el siguiente cuadro de John Moubray.



Growing expectations of maintenance (RCM II-John Moubray)

Fig. 3-2

*Ref.: 1) *Reliability-Based Maintenance as a Breakthrough Strategy in Maintenance Improvement* (Grahame Fogel and Dave Petersen-Computational Systems Inc 1996).
2) *Reliability-centered Maintenance* (John Moubray-1996)

3.4 El Futuro

El Cambio, los recursos tecnológicos y humanos ideales para producirlo; el hombre de mantenimiento actual, los conocimientos requeridos, sus capacidades interpersonales, su actitud proactiva, su participación en el conocimiento global de las Compañías y su entorno serán una de las claves del desarrollo.

El claro y necesario objetivo de lograr “Confiablez” y “Disponibilidad” Operativa, teniendo en cuenta que se forma parte de una compleja maquinaria productiva y económica, será imprescindible para la supervivencia y crecimiento de la Empresa.

La necesidad del trabajo en equipo, la perfecta complementación entre las diferentes especialidades y la imprescindible unión productiva entre todos los componentes de operación y mantenimiento, resulta inevitable para lograr excelencia en la actividad. En definitiva, una visión estratégica global, con una base de sustento fundamentada en la realización de un Mantenimiento de Excelencia, son soportes vitales a la hora de desarrollar y establecer las transformaciones del área.

La aplicación de este cambio, a través del necesario análisis económico de sustentación de la inversión requerida por el mismo, teniendo en cuenta los condicionantes de nuestro entorno, ante la especial coyuntura que vivimos y que retarda tremendamente las posibilidades de inversión a consecuencia de los altos costos o nulidad del financiamiento, la existencia de prioridades vitales de inversión (teóricas) antes que posibles resultados a futuro, intangibles sino se posee historial y evaluaciones económicas viables de basamento, son realidades puntuales de nuestro medio productivo que se deben tener en cuenta al momento del análisis.

Surge como principal interrogante el siguiente, ¿Quién o Que Empresa en la situación actual de nuestro país, piensa invertir en tecnologías de mantenimiento o contratación de servicios especializados?, si por su historial reciente y pasado, Mantenimiento se caracterizó por ser una variable de ajuste para la reducción de gastos improductivos, como si no es pensando en un ámbito generador de ganancias se pueden justificar las inversiones.

Las “Best Practices” de la especialidad, el espejo de Compañías y Ámbitos Productivos Precursores y Líderes del Cambio (“benchmarking”), servirán como generadores de objetivos a alcanzar , y a su vez demostrativos de los logros obtenidos por estas teorías, índices, especialistas y empresas formadoras de tendencias evolutivas de excelencia.

La demostración del valor agregado de un Mantenimiento interactivo con todos los sectores de la Empresa, y hasta posible generador de servicios externos que licuen costos fijos, permitiendo acrecentar la especialización de los recursos humanos y la posesión de nuevas tecnologías, servirán de soporte y permitirán avanzar sobre las reformas.

Finalmente, lograr mediante transformaciones progresistas, un Mantenimiento de Excelencia que asegure Confiabilidad, Disponibilidad y por ende Capacidad de Producción conocida, estable y creciente en el tiempo; y con solo efectos de Mejora Continua que produzca superación, autoestima, tranquilidad y seguridad laboral para el hombre de mantenimiento, deberá ser la Visión y Misión de la nueva Gestión y Ejecución del Mantenimiento.

La idea es clara, mantener la “**Mente sobre la Máquina, la Instalación y el Negocio**”, produciendo un círculo de mejora continua y calidad diferencial en el servicio, optimizando y eficientizando el análisis de condición y las intervenciones sobre los Activos Físicos. Los Estadounidenses utilizarán el **RBM (Reliability Based Maintenance)**, **RCM (Reliability Centered Maintenance)** ; los Ingleses propondrán el **RCM II** o la sigla **RAM (Reliability, Availability, Maintainability)**; los Japoneses aportarán sus desarrollos en **Calidad** y el **TPM (Total Productive Maintenance)** asociado, etc.

Todas estas estrategias se alinean con la “Best Practices” en Mantenimiento, algunas más desarrolladas y probadas que otras, pero todas con una sola idea de basamento, asegurar Capacidad de Producción a través de Confiabilidad, Seguridad Operativa, Calidad, disminución constante de Impacto Ambiental, disminución de Costos (operativos y de mantenimiento), en definitiva Crecimiento y Ganancias para la Empresa basados en un ambiente operativo Eficiente, Eficaz , Previsible y Confiable.

En la actualidad, la gran mayoría de las Compañías a nivel mundial presentan aún un “mix”, donde los Mantenimientos Preventivos y Correctivos lideran la actuación del sector, pero empresas líderes por sus Recursos Humanos con visión superadora, presentan distintos avances en la implementación de sus procesos de Mantenimiento Basado en Confiabilidad.

El **Gerenciamiento de Activos** es el futuro, todas las áreas de la organización entrelazarán sus actividades para lograr el más eficiente y eficaz sistema de gestión de los activos organizacionales, con el objetivo de mantener el liderazgo productivo y empresarial, un gran cambio cultural del recurso humano de las áreas operativas será imprescindible para apalancar el proceso de desarrollo.

Todas las mejoras alcanzadas en la actividad repercutirán en Procesos Industriales sustentables para el Medio Ambiente que nos contiene. El incremento permanente de la población mundial nos pone en la encrucijada de alcanzar un desarrollo equilibrado o dirigimos inexorablemente a la autodestrucción.

Este duro desafío no solo tiene implicancias productivas y medioambientales, sino que necesariamente lleva a una reconversión del trabajo como generador de bienestar y compromiso de las personas con su familia, entorno y Nación.

Este también resulta un tema clave ya que la “inclusión social” ante un trabajo cada vez más tecnificado, automatizado y optimizado, resultará una variable vital para el desarrollo sin conflictos generalizados.

Los países que hagan más eficientes, eficaces y sustentables sus procesos productivos, aportarán al mundo una generación mínima de desperdicios, y seguramente bienestar para sus habitantes, pero deberán prestar especial atención a la no menos importante necesidad de generar trabajo dentro de un entorno como expresé cada vez más automatizado y especializado.

Por todo lo expuesto, una sociedad preparada a nivel de sus conocimientos y habilidades, es una necesidad ineludible para el desarrollo nacional, en el ámbito industrial esto se potencia por la alta tecnología que compone los Complejos Industriales.

CAPITULO 4

Tácticas-Estrategias de Mantenimiento

“Existen diferentes tipologías de mantenimiento en la actualidad, cada una responde a una Táctica o Estrategia que establece cómo y en que forma llevar adelante la actividad, el encuadramiento de la organización en una de ellas, marca a fuego el perfil de la misma, dividiendo conceptualmente a las organizaciones de mantenimiento en Reactivas en un extremo y Proactivas en el otro, pasando por estadíos intermedios, Preventivas y Predictivas. El éxito no pasa por estar en un extremo u otro, sino que reside en la combinación sustentable de las diferentes Tácticas”

4.1 Mantenimiento Reactivo o Correctivo (RM)-A la Falla (Run to Failure (RTF))

Esta metodología de Mantenimiento apunta a la acción sobre la falla, funcionar hasta la falla es “simple”, no requiere previsión ni predicción y hasta que se produce la misma, aparece como una aplicación de Mantenimiento que prácticamente no requiere soporte.

Hay infinidad de factores que demuestran claramente la incidencia “desastrosa” de una metodología de mantenimiento de este tipo en ámbitos industriales. Normalmente los defensores de este sistema no evalúan al momento del análisis de la falla, el impacto sobre la producción, lucro cesante, logística de reparación, horas extras consumidas, repuestos en cantidad, pérdidas totales de equipamiento y hasta la posibilidad cierta de pérdida de vidas.

Por ejemplo, la destrucción de una turbina de gas o vapor (equipos de alta velocidad y potencia) por una mala estrategia de mantenimiento, produce efectos

catastróficos con altísimos costos y hasta posibles pérdidas totales de activos físicos, con riesgos para la vida humana.

Aún así, en industrias nómades y normalmente ubicadas en áreas marginales, como puede ser la petrolera, donde en general existen importantes distancias con centros poblados y es altísimo el valor agregado de la producción, la cual rápidamente amortiza las instalaciones, en muchos casos se implementan estrategias Reactivas de Mantenimiento aunque con eficiencias bajísimas en cuanto a su estructura de costos, los cuales no son demasiado auditados por las razones mencionadas. (Fig. 4-4).

Este ejemplo es el extremo del ámbito productivo, y hasta en esta industria se están aplicando con gran éxito técnicas y estrategias modernas de mantenimiento, con gran eficiencia y eficacia. En aquellos equipos, donde el análisis costo /beneficio de aplicar otro tipo de mantenimiento es muy alto, automáticamente se aplicará una política de RTF que será totalmente válida en esta situación, aunque cabe destacar que con el valor actual de los activos, son muy pocos los que se pueden manejar con el mantenimiento a la rotura.

Por supuesto, el Mantenimiento Reactivo es totalmente inviable en todo equipamiento crítico y semicrítico de la Industria asociada a Energía Atómica, Aviación, Plantas Petroquímicas y la mayoría de Industrias de Proceso Continuo o necesitadas de equipamientos Confiables a la hora de su utilización.

Desde 1950, la Industria se ha comenzado a dar cuenta que el mantenimiento reactivo es costoso, ineficiente, inseguro y normalmente productor de efectos medioambientales altamente nocivos.

Aún para el ejecutor de mantenimiento termina siendo una actividad nociva ya que a pesar de parecer que se genera un trabajo genuino, este al ser normalmente en emergencia produce todo tipo de condiciones laborales inseguras que ante el desgaste de los recursos humanos potencia los accidentes laborales y problemas de salud, la actividad nunca resulta planificada y se da en cualquier momento , noche, día , fines de semana y feriados resultando en una alta rotación de personal que baja la calidad de la ejecución.

4.2 Mantenimiento Preventivo (PM)

Basado en intervalos de tiempo preestablecidos (fijos y obligatorios) para la intervención de equipos, normalmente generados por los fabricantes para evitar fallas, soportados por promedios estadísticos y vida útil estimada de componentes.

Consiste en inspecciones, servicios y/o reemplazo de partes conducidos regularmente a intervalos programados.

En las primeras etapas de implementación de esta estrategia de mantenimiento, se vislumbraron inmediatamente consecuencias positivas ante la reducción de eventos simples que producían roturas mayores y un alto índice de Mantenimientos Correctivos.

Estudios han demostrado que la intervención periódica de equipos produjo una reducción del 30 % de los costos de mantenimiento generados por acciones correctivas. (ver gráfico EPRI). (Fig. 4-4).

Este control sistematizado, fue evolucionando en el tiempo y alcanzó su punto culminante con la aparición de los denominados CMMS (Computerized Maintenance Management System) los cuales permiten programar las intervenciones, disparar las órdenes de trabajo correspondientes, cargar hojas de ruta, establecer costos asociados a través de las horas y repuestos utilizados preestablecidos en las programaciones; además cumplen otras funciones como manejo de historiales de equipos, repuestos, análisis de la gestión de mantenimiento, etc.

Todas estas consideraciones, evidencian la real valía de la estrategia de ejecución de mantenimientos preventivos, pero aún así presenta factores importantísimos a mejorar que se asocian a resultados de su propia implementación.

Por ejemplo, es claramente observable en cualquier Empresa que realiza únicamente Mantenimientos Preventivos, el sub/sobre Mantenimiento, esto quiere decir que normalmente al abrir equipos importantes para su inspección programada se encuentran sus partes vitales en perfectas condiciones, estaríamos ante un caso de **sobre-mantenimiento**, por el cual paramos un equipo durante horas con las consiguientes pérdidas de producción, daños inherentes a los desarmes con reducción de vida útil de las partes, posibles vicios de ensamble, costos, etc, que podrían haber sido

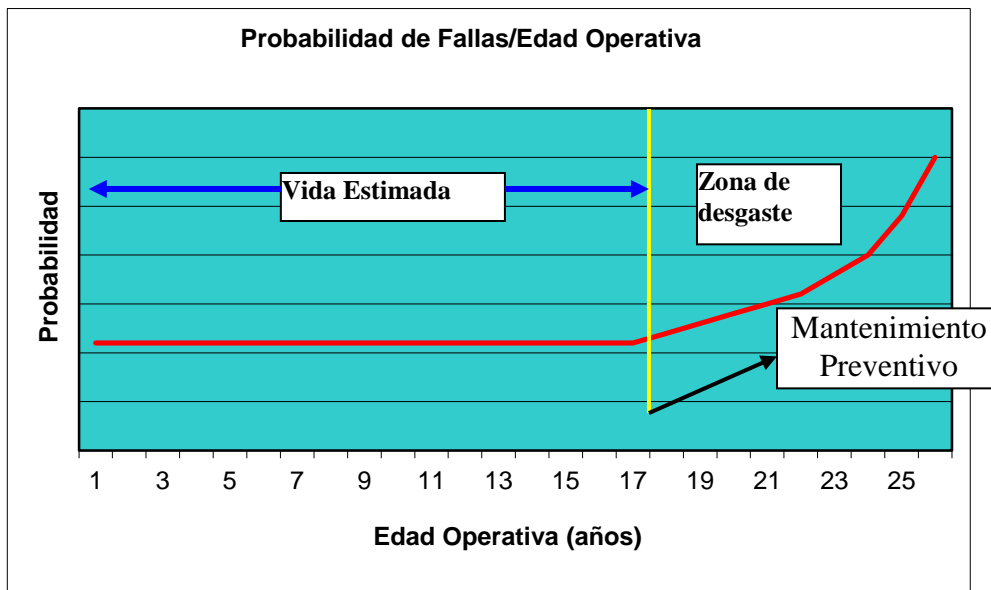
evitados si contáramos con alguna estrategia que nos diera la posibilidad de conocer el estado de la máquina sin necesidad de la intervención preventiva. El mantenimiento resulta en este caso invasivo, ya que los intervalos de tiempo establecidos para inspección, servicio y/o reemplazo de partes no se condicen con la realidad operativa del equipo al momento de la intervención.

Otra problemática estaría asociada al **sub-mantenimiento**, o sea la intervención llega tarde y los equipos rompen antes de la misma.

Todo esto sucede porque los intervalos fijados de mantenimiento responden a probabilidades estadísticas (Fig. 4-1), que toman los casos de peor condición operativa de los equipos y los casos de operación normal generándose un índice de intervención no acorde a la realidad funcional de cada instalación, sin tener en cuenta factores fundamentales para el establecimiento de las intervenciones programadas como son la calidad de la instalación, su régimen operativo, servicio, calidad operativa y de mantenimiento y factores asociados como estado de lubricantes, condición de balanceo y alineación, monitoreo de condición, etc. Todas estas variables deberían aportar a la fijación de los programas preventivos, yace en estas consideraciones la dificultad para establecer los intervalos ideales de ejecución .

La realidad cotidiana, pone en jaque la **base estadística** que utilizan los fabricantes para establecer la programación (tiempos entre intervenciones) de Mantenimientos Preventivos, las mismas se deberían evaluar constantemente ya que la evolución de las tecnologías de materiales, protecciones y nuevos diseños producen constantemente una ampliación del **Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF-Mean Time Between Failure)**, apareciendo elementos que por diseño no presentan un fin de vida útil si el mismo es instalado, mantenido y operado en forma ideal.

Se observa en la (Fig. 4-1) un clásico perfil de fallas utilizado para desarrollar PM , pero este no es el único ni el preponderante, sino que hay otros perfiles sobre los que luego profundizaremos, los cuales no pueden ser tratados por una táctica de PM.



Clásico perfil de falla usado en Mantenimiento Preventivo

Fig. 4-1

Por lo tanto, esta estrategia de mantenimiento debe ser evaluada constantemente al momento de su aplicación para evitar intervenciones innecesarias.

Por otro lado, los intervalos de mantenimientos programados, no tienen en consideración el comienzo de la vida operativa del equipo (start up) y las posibles fallas de nacimiento (mortalidad infantil) que estadísticamente se producen. (Fig. 4-2)

Causas de mortalidad infantil

- Pobre diseño.
- Pobre Calidad de Fabricación.
- Instalación incorrecta.
- “Commissioning” incorrecto.
- Operación incorrecta.
- Mantenimiento innecesario.
- Excesivo mantenimiento (invasivo).

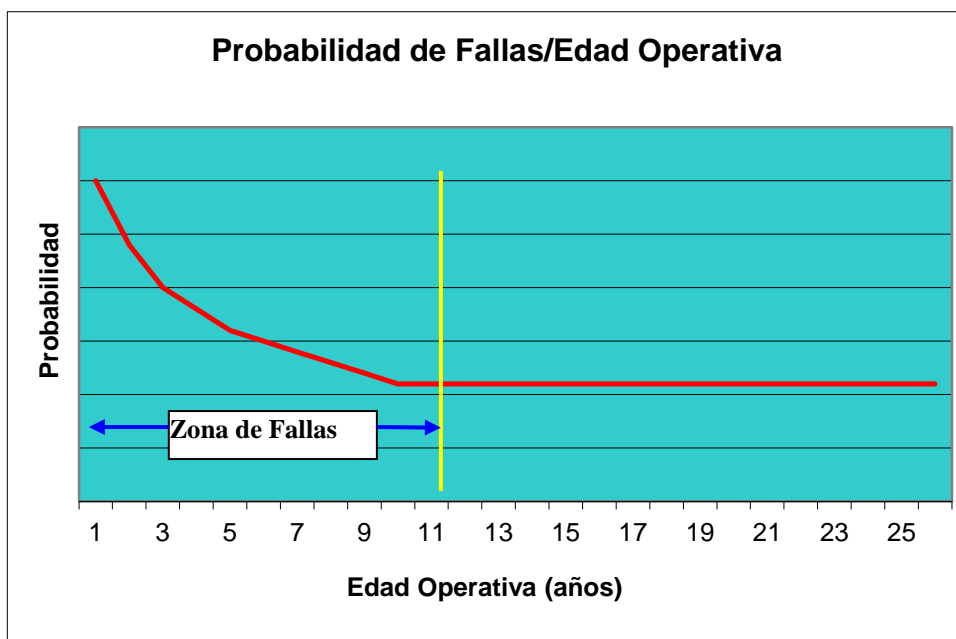


Gráfico de Probabilidad de Fallas para el inicio de la vida operativa de los equipos
Fig.4-2

Tampoco se pueden gerenciar fallas aleatorias con esta metodología, como es el caso de sistemas electrónicos, ya que nunca nos anticiparíamos a las fallas.

Los riesgos de incurrir en todos estos errores son elevados, partiendo de esta base se debe tratar de enlazar la estrategia de Mantenimiento Preventivo con otras de avanzada que reduzcan los mismos, optimizando las intervenciones programadas.

4.3 Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición(PdM o CBM)

La estrategia de referencia, aparece con posibilidades de aplicación a partir de la aparición de teorías y tecnologías (sistemas, equipos, sensores, etc), que permiten evaluar la condición de las máquinas en operación, sin producir desarme alguno.

Este cambio sustancial, varía radicalmente las posibilidades de *“mantener y gestionar los Activos Físicos”*, y produce un giro pronunciado en las estrategias de aplicación. Si a esto sumamos las posibilidades de los CMMS, es posible establecer un seguimiento programado de variables específicas (operativas, mecánicas, eléctricas, etc) que permiten monitorear la condición de los equipos.

¿Cual es entonces el aporte tan importante de la Predicción?

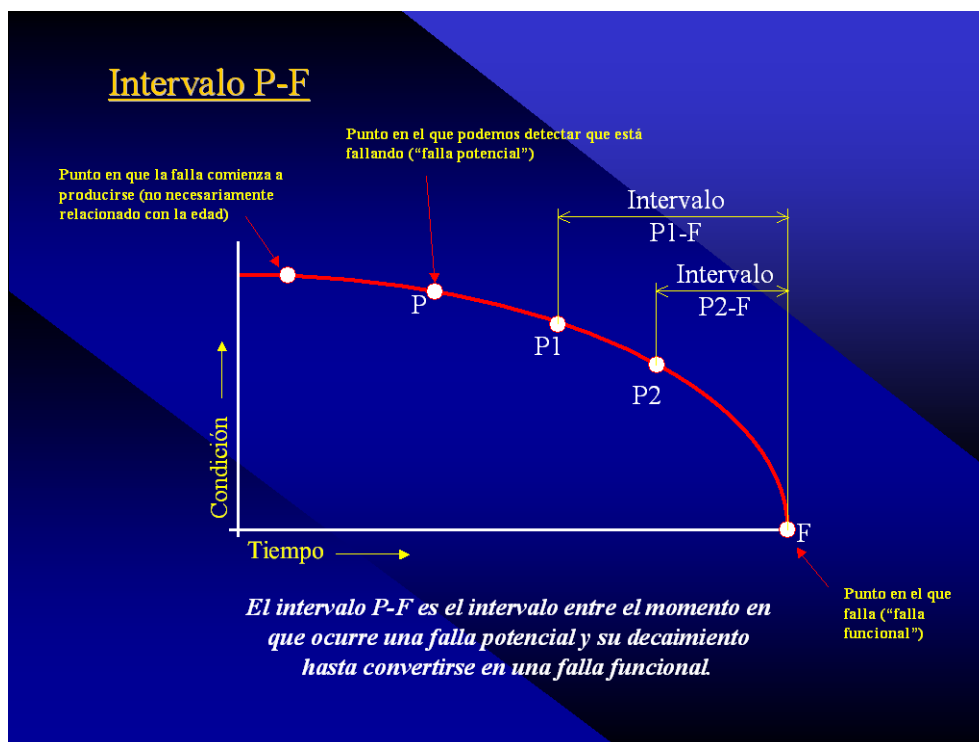
Evidentemente, como la palabra lo explicita, al igual que en la medicina actual donde las intervenciones quirúrgicas son una alternativa de último recurso para evitar acciones invasivas sobre el cuerpo humano, utilizándose en cambio modernísimas tecnologías de monitoreo y análisis que posibilitan diagnósticos precisos y evitan intervenciones exploratorias innecesarias (Mantenimientos Preventivos), los sistemas de Mantenimiento Predictivo permiten la misma acción sobre las máquinas, generando diagnósticos precisos de la condición de los equipos, mediante el análisis de las variables recolectadas, a través de técnicas y tecnologías de última generación.

Prácticamente, significa que mediante la utilización de estos sistemas podemos replantearnos las rutinas de mantenimiento preventivo de acuerdo a la condición del equipo al momento de ejecutar las mismas, si la máquina está en buenas condiciones la intervención se retarda hasta que aparezcan síntomas de daño.

Efectivamente, el Mantenimiento Predictivo se basa en la certeza que generalmente las máquinas, al igual que el ser humano, presentan patologías específicas asociadas a cada problemática incipiente, en nuestro caso los síntomas podrían establecerse en excesiva o típica vibración, temperaturas, pérdidas, partículas de

desgaste en lubricantes, emisión acústica, variación de espesores, inestabilidad de la velocidad, disminución de rendimientos, etc.

El Mantenimiento Predictivo, fundamenta su existencia en lo que se denomina el intervalo P-F, este período que se produce entre la aparición y detección de la falla incipiente-potencial hasta que esta finalmente se produce, es el tiempo requerido para que cualquier tecnología de monitoreo de condición pase a ser clave para la anticipación de la falla, preparación de repuestos y mano de obra, elección del momento con menor lucro cesante para la reparación, etc, dando un altísimo valor agregado a la metodología. Otra vez se presentan similitudes con la medicina, no es lo mismo detectar una enfermedad grave en sus inicios, prepararse y tratar de disminuir sus efectos, que llegar a detectarla cuando el proceso es irreversible. En esta consideración radica el gran aporte del Mantenimiento Predictivo a la organización. Ver (Fig. 4-3)



Intervalo P-F típico del RCM (John Moubray)

Fig. 4-3

Diversos estudios han demostrado que la aplicación de técnicas predictivas genera reducciones de costos de $\cong 30\%$ [(ver gráfico EPRI) (Fig. 4-4)], con respecto a la aplicación de un simple programa de Mantenimiento Preventivo, más adelante se demostrará con ejemplos prácticos estas reducciones y se presentan algunas de las tecnologías utilizadas (Tabla-1;Tabla 2).

Aún así, existía un condicionante en los inicios operativos de esta estrategia, ya que los equipos destinados a realizar Mantenimiento Predictivo eran en las primeras épocas de baja versatilidad, con capacidad de recolección de datos reducida ,tamaños inadecuados, capacidad de diagnóstico escasa , en resumen presentaban condicionantes lógicos del nacimiento de una nueva tecnología, aunque ya se vislumbraba provocaría revolucionarias consecuencias en el Mantenimiento Industrial y los ámbitos productivos asociados. Los portadores de estos equipos, en general profesionales de bajo perfil y rango dentro de las organizaciones eran vistos como “entes raros” en los cuales muchas veces se depositaba la salvación del negocio.

Las tecnologías predictivas evolucionaron, los tamaños del equipamiento se adecuaron a los nuevos desarrollos de la electrónica y la capacidad de diagnóstico se potenció a través de las teorías desarrolladas, y la gran capacidad de almacenamiento e integración de datos que permiten los nuevos equipos.

Actualmente, se alcanzó un desarrollo tecnológico que supera las expectativas, e inclusive requiere gran especialización para su utilización.

La evolución de las tecnologías predictivas ha sido constante, se han desarrollado sensores primarios de gran confiabilidad y precisión, las cajas portátiles recolectoras de datos ofrecen una gran variedad de gráficos que agilizan los diagnósticos “in situ” , los “softwares” dedicados presentan no solo un abanico de posibilidades para el análisis de variables, sino que además los más modernos posibilitan conducir filosofías y estrategias a través de la utilización de los mismos como soporte de la gestión de Mantenimiento.

A todo esto, se han sumado sistemas de monitoreo continuo que almacenan datos y generan información para el diagnóstico, al igual que los equipos portátiles, con

la diferencia que estos sistemas permiten conocer en todo instante la condición de las máquinas (de aquí su utilización en equipos críticos).

Por otro lado, estos sistemas de monitoreo continuo ya vienen configurados con el diseño de la máquina, y son en muchos casos gerenciados a través de PLC's (Program Logic Control), que aportan datos a sistemas de control operativo automatizados y presentan variadas protecciones que prácticamente han reducido a la mínima expresión las roturas catastróficas.

Las Acciones Predictivas permiten eliminar paros imprevistos, predecir, identificar y diagnosticar problemáticas con anticipación a la rotura, establecer cuando se debería realizar la acción preventiva, proactiva o correctiva, etc.

Hoy el profesional portador de este conocimiento y usuario de las tecnologías es absolutamente reconocido por la organización operativa y demandado permanentemente, se convirtió en el centro de consulta técnica por excelencia.

Algunos beneficios del Mantenimiento Predictivo son:

-Mejora la Capacidad de Producción, a través del conocimiento en todo momento de la condición de la máquina, y por lo tanto permite inferir mayor Capacidad reduciendo el rango de incertidumbre sobre la Disponibilidad de la misma.

Esto es muy importante, ya que contratos en firme de venta pueden ser mejorados por menor utilización de márgenes de seguridad en las estimaciones de Producción.

-Permite programar las intervenciones para el mejor momento de acuerdo a la condición operativa de la Planta, y no que el equipo pare imprevistamente por daños mayores en un momento que afecte directamente a la Producción. Se han reportado crecimientos de la Capacidad de Producción del 2 % al 40 % a través de la utilización de técnicas predictivas.

-Reduce los costos de Mantenimiento, al ser posible la programación de las intervenciones y disminución de actuaciones en emergencias, con la consiguiente falta de eficiencia en la asignación de recursos técnicos y humanos, repuestos, consumibles, etc.

-Mejora la Calidad, pues problemas en equipos de la línea de producción pueden producir defectos en el producto final, al detectar con carácter de incipiente las fallas es posible evitar el deterioro de la calidad del mismo.

-Incrementa los niveles de Seguridad Operativa por la eliminación de fallas catastróficas. Los mantenimientos son anticipados, planificados y ejecutados en situaciones normales (no emergencias), reduciendo la exposición a condiciones inseguras, justamente debido a los requerimientos de celeridad en actuaciones sobre emergencia.

-Reduce el consumo de energía, disipada a través de calor, roces, daños en sellos, cojinetes, etc, detectando en forma temprana la desalineación y desbalanceo de los equipos, y reduciendo de esta manera las fuentes probables **de** energía vibratoria. Estudios demuestran que los consumos energéticos bajan un 10 % o más.

Ref.: Reliability-Based Maintenance as a breakthrough Strategy in Maintenance Improvement (Grahme Fogel and Dave Petersen)-CSI Computational Systems Inc.

Ref.: Common Predictive Technologies for Industrial maintenance

Source: Stauffer Chemicals

MECHANICAL (Tabla 1)

Type	Rotating		Stationary		
	Motors, Generators, Pumps Compressors, Fans, Turbines.		Steam Traps, Insulation, Structural, Piping, Valves, Exchangers, Boilers.		
Characteristics	Lubrication	Forces	Thickness & Condition	Heat	Forces
	Dielectric Check. Spectrographic. Analysis. Ferrography. Viscosity. Gas Chromatography.	Vibration. Strain. Tension.	Corrosion. Erosion. Abrasions. Cracks. Wear Pattern. Pitting.	Temperature. Conduction. Thermal Loss.	Acoustic Noise. Strain. Stress. Impact.
Tests	Oil Quality. Oil Spectrograph. Direct Reading Ferrograph. Viscosity Meter. Gas Chromatograph.	Vibration Machinery Analyzer. Strobe Light. Strain Gauge. V-Belt Tensión Tester. Sheave Gauge. Shaft Alignment. Balance Analyzer. Stethoscope.	Ultra-Sonic Thickness Tester. Sono-Ray. Halo Test. Dye Test. Acoustical Emmission. X-Ray. Magniflux. ZY-Glow. Paint Thickness Gauge	Thermometer Pyrometer. Heat Sensitive Tabs. Infrared Thermography. Heat Gun. Ultra-Sound. Tester (Steam Traps Leaks).	Vibration Machinery Analyzer. Strain Gauge. Pressure Test. Brittle Stress/ Coating. Hydro-Test. Vacuum Test.

ELECTRICAL (Tabla 2)

Type	Distribution			Control		
	Motors,Generators,Capacitors, Transformers, Feeders, Bus Bars.			Switchgear, Circuit Breakers, Relays, Motor Starters.		
Characteristics	Heat	Energy	Forces	Heat	Energy	Condition
	Temperature.	Voltage. Current. Resistance. Capacitance.	Electromag- netic. Vibration. Bearing Shock.	Temperature.	Voltage. Current. Resistance. Capacitance.	Condition. Corrosion. Pitting.
Tests	Infrared Scanner. Heat Sensitive. Tabs.Standoff Pyrometer. Thermometer.	Megger Test. Groun Fault Protection. DC Over- Potential Test Doble Test. Ground Megger. Oil Dielectric Test. Gas Chromato- graph. Amp/Voltage Recorder.	Vibration Machinery Analyzer.	Infrared Scanner Standoff	Megger Test. Doble Test. OHM/Micro OHM Meter. High Current Load Test. Relay Calibration.	Visual Inspection. Cleaning. Replacement

4.4 Mantenimiento Proactivo

Los beneficios del Mantenimiento Preventivo, asociados a un fuerte sistema de Mantenimiento Predictivo, son fácilmente demostrables en la práctica, pero aún se puede ir mucho más allá, ya que tanto el personal de ejecución de Preventivos, Predictivos y Operativo puede aportar todos sus conocimientos a un objetivo común que actualmente en las organizaciones modernas de mantenimiento se centraliza en la función de la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, sector que normalmente debería conocer profundamente las instalaciones y estar especializado en el análisis y diagnósticos de fallas, este sector basamenta acciones proactivas.

La ventaja adicional de las “**acciones proactivas**” radica en la **reacción positiva ante los problemas** potenciales, a través de justamente una actitud proactiva, para el análisis de los modos de fallas, su seguimiento y anticipación y/o eliminación.

Esta metodología de mantenimiento, está soportada por el conocimiento a través de la investigación avanzada y las tecnologías de sustentación, y tiende a eliminar las causas generadoras de no conformidades normalmente antes de sucesos de falla importantes, incrementando el tiempo de vida útil de componentes y equipos.

Es la táctica más eficiente y eficaz logrando el menor costo asociado (Fig. 4-4), está directamente asociada a la Mejora Continua, pues analiza sistemáticamente modos de falla y fallas funcionales para establecer sus orígenes y ejecutar acciones que permitan su erradicación total, los modos de falla están directamente relacionados a daños en los componentes de un equipo y las fallas funcionales se originan en el no cumplimiento de la función específica de la máquina en la Planta.

4.4.1 Directrices del Mantenimiento Proactivo:

- ***Especificaciones para Proveedores de Equipos (Calidad en Origen)/ Análisis del Costo del Ciclo de Vida (Life Cycle Cost) y Análisis de Performance:*** es vital requerir calidad en origen, y una manera de lograrlo es adquirir equipos con un profundo análisis del costo total del ciclo de vida, ya que esta información nos

permitirá deducir la calidad de fabricación y su performance futura; también es fundamental medir y analizar la performance de los equipos a adquirir, en la fábrica; supervisar la instalación bajo normas del fabricante y filosofías propias y testear el arranque y el comienzo de la vida operativa de los mismos, esto evitará inconvenientes de nacimiento y establecerá una firma de funcionamiento del equipo para toda la vida operativa del mismo, lo cual permitirá realizar el análisis de condición basándose en los datos del origen operativo de la máquina. La Confiabilidad de arranque del equipo estará dada por el diseño y fabricación del mismo.

- **Análisis de causa raíz RCFA (Root Cause Failure Analysis)/Eliminación de Defectos:** los equipos fallan normalmente de maneras repetitivas (sellos, cojinetes, fisuras estructurales, ejes dañados, disminución de espesores, aislación, corrosión, taponamientos, etc). Estas fallas son aceptadas como normales y mantenimiento produce el recambio o reparación trabajando sobre los síntomas y hechos consumados, y no sobre la causa que originó la falla.
Un adecuado, consistente y sistemático análisis de fallas, genera importantes mejoras y reducción de costos asociados a fueras de servicio y reparación del equipo.
- **Análisis de criticidad:** asociado al componente funcional del equipo, este punto resulta vital para establecer las estrategias de mantenimiento a implementar sobre los mismos y potenciar las acciones proactivas, como el análisis de Performance y el monitoreo permanente de condición, hacia los componentes de la instalación cuya falla puede ocasionar problemáticas en toda la línea de Producción.
- **Confiabilidad y Disponibilidad:** es necesario crear un ámbito de excelencia y profesionalismo en la búsqueda incesante de estos dos ítems, esto genera la necesidad de analizar sistemáticamente todas las actividades planificadas de mantenimiento , y generar nuevas de acuerdo a las necesidades. Se desarrolla el FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) , el RCM (Reliability Centered

Maintenance), el RBI (Risk Based Inspection), El PMO (Planned Maintenance Optimization) y otros, que requieren la participación activa de la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, que pasa a ser vital para el desarrollo del Mantenimiento Proactivo.

- **Organización Basada en el Conocimiento:** como se trató en capítulos anteriores, son las organizaciones basadas en el conocimiento las que perdurarán por su gran desarrollo, teniendo en cuenta este concepto y que el Mantenimiento Proactivo requiere habilidades especiales que se adquieren con años de experiencia y aprendizaje, se debe invertir fuertemente en la preparación de los recursos humanos para alcanzar a aplicar esta táctica/estrategia de mantenimiento.

A modo de ejemplo, una mejora de una actividad en particular se puede observar en el siguiente texto:

Tolerancias de Alineación y Balanceo: *el origen de problemáticas en equipos rotativos, en un gran porcentaje responden a malas condiciones de balanceo y alineación. Las tolerancias deben ser estrictamente cumplidas para extender la vida útil de los equipos.*

Según Robert E. Bogg (TAPPI Journal) un programa de alineación de precisión reporta:

-Aumento de la vida útil de cojinetes (+ 8 veces).

-Reducción de presupuesto (- 7 %).

-Disponibilidad de la máquina. (+ 12 %)

-Daños debidos a desalineación. (- 50 %)

Estos números resultan bastante impresionantes , hay que tener en cuenta que derivan de una sola actividad de mejora, por lo tanto los resultados potenciales de una aplicación generalizada del Mantenimiento Proactivo son incalculables.

Algunos beneficios del Mantenimiento Proactivo son:

-Problemas repetitivos aceptados como normales (daños en rodamientos, sellos, cojinetes, corrosión, contaminación, etc), que reducen la vida útil de componentes, son identificados y eliminados a través de nuevos diseños, modificaciones operativas y de mantenimiento (nuevos procedimientos y técnicas) y todas las acciones de análisis necesarias.

-Para todas las tareas de mantenimiento se aplican normativas del OEM (Original Equipment Manufacturer), adecuadas a la realidad de la instalación y estándares internacionales que aseguran la correcta atención y utilización de los equipos, los cuales son a su vez monitoreados mediante sistemas “on line” que aseguran las buenas prácticas.

-Acciones de Análisis de Causa Raíz de Fallas (RCFA), Análisis de Performance, Balanceo de Precisión y Alineación Láser, Mejoras Operativas y Análisis de Mantenimientos Programados lideran las acciones proactivas que incrementan la vida útil de los equipos y permiten conocer el estado de los mismos en todo momento, estableciendo seguridad y confiabilidad para la operación y el mantenimiento.

-El desarrollo de análisis proactivos sistemáticos (FMEA, RCM, RBI, PMO), incrementa el conocimiento organizacional ya que requiere la revisión técnica de la Planta y sus Activos, por otro lado se generan equipos de alto desempeño para desarrollar el trabajo, aportando a la fluidez en las relaciones intersectoriales y a la “comunicación, elemento clave de las organizaciones futuras.

Esta táctica constituye el último escalón del desarrollo en la búsqueda de la Excelencia en el Mantenimiento Industrial , es una herramienta fundamental para el logro de un **Mantenimiento Inteligente**, aunque así planteada sería una actividad aislada de la Operación Industrial y veremos que es solo el principio de un salto

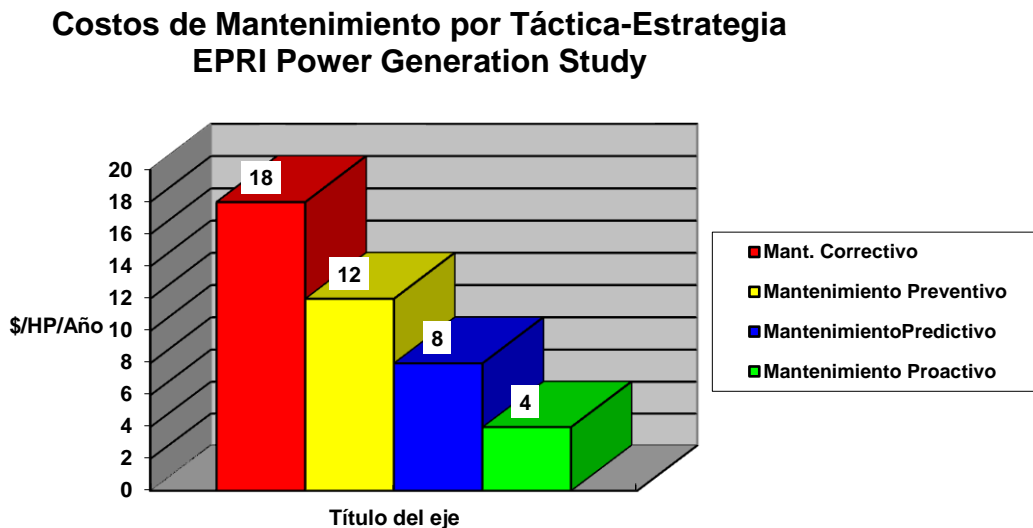
cuantitativo y cualitativo fundamental hacia otro tipo de organización, la cual será tema de capítulos siguientes.

Ref.: -Operating Equipment Asset Management-Your 21st Century Competitive Necessity.(John S. Mitchell/PENNSSTATE-1999)-Reliability-Based Maintenance as a breakthrough Strategy in Maintenance Improvement (Grahme Fogel and Dave Petersen)-CSI Computational Systems Inc.

4.5 Impacto Económico de la aplicación de las distintas Tácticas-Estrategias de Mantenimiento

Para cerrar este capítulo, es válido presentar un gráfico revelador de la incidencia de la implementación de las diferentes Estrategias de Mantenimiento de equipos rotativos sobre los costos, desarrollado por EPRI (Electric Power Research Institute-USA) para la Generación de Energía en Plantas Nucleares.* Son muy claros los costos globales asociados a la implementación de cada estrategia de mantenimiento, los costos del Mantenimiento Proactivo son casi un 80 % menores que los de un Mantenimiento Reactivo, nuevamente queda en evidencia que hay que analizar muy bien los impactos económicos antes definir una Política de Mantenimiento.

Como conclusión, la aplicación inteligente y balanceada de las diferentes Tácticas-Estrategias de Mantenimiento generan el éxito de la organización, para esto sí o sí deberemos introducirnos en un Mantenimiento Proactivo, porque habrá que evaluar sistemáticamente las opciones de mantenimiento desde el punto de vista ingenieril, para alcanzar un Modelo de Excelencia que permita la mayor relación Beneficio/Costos.



Tipos de Programas de Mantenimiento

(Fig. 4-4)

Si consideramos que en una Planta del ámbito analizado, se superan fácilmente los 150.000 HP instalados en equipos rotativos, en esta única especialidad, el desarrollo de una estrategia de Mantenimiento Proactivo normal costaría 600.000 U\$S anuales, el Mantenimiento Correctivo costará 2.700.000 U\$S, solamente de gastos y repuestos, ni pensar en las pérdidas productivas, las cuales ya se trataron en el Capítulo 1. Evidentemente, intentar llegar al estadio del Mantenimiento Proactivo, será un excelente negocio para cualquier Compañía que aspira a permanecer en el mercado.

**Ref.: -Operating Equipment Asset Management-Your 21st Century Competitive Necessity.
(John S. Mitchell/PENNSSTATE-1999)*

CAPITULO 5

Confiabilidad y Disponibilidad

“Gran parte del éxito del Area de Mantenimiento en la actualidad, depende del reconocimiento y alineación de sus recursos humanos con el concepto de servicio/producto que se pretende proveer, y que podríamos englobar bajo la denominada “Confiabilidad Operativa” y por ende “Capacidad de Producción”.

5.1 Nuevos Paradigmas del Mantenimiento Industrial

La falta de una “Capacidad Confiable y Previsible”, significa fueros de servicio de la instalación, interrupciones prolongadas, degradación de la calidad del producto final, incrementos de costos, lucro cesante, clientes no satisfechos, escasa capacidad de planificación de la producción y entrega, para resumir pérdida de Valor y Ganancias para la Compañía. En la actualidad se podrían englobar las filosofías de Mantenimiento asociadas a Confiabilidad en dos ramas principales “**De Control**” y “**De Avanzada, Anticipación y Mejora Continua**” [Ref.:*Reliability-Based Maintenance as a Breakthrough Strategy in Maintenance Improvement (Grahame Fogel and Dave Petersen-Computational Systems Inc 1996)*]. (Ver Tabla 1), las cuales presentan diferencias claramente visibles entre sí con respecto a Actitudes y Objetivos de la Gerencia de Mantenimiento y del Plan asociado:

	De Control	De Avanzada, Anticipación y Mejora Continua
Actitud de la Gerencia o Jefatura de Mantenimiento.	Los niveles de Performance y Disponibilidad de Planta son buenos. Ocasionales paradas y pérdidas de Confiabilidad no pueden ser prevenidas, es un hecho estadístico.	La Confiabilidad es una función de Mantenimiento que no solo determina niveles de Performance, sino que sirve para eliminar la causa raíz de los problemas. Pobre Confiabilidad es un problema controlable, no una realidad estadística.
Objetivos de la Gerencia o Jefatura de Mantenimiento.	Perpetuar la performance al presente nivel a través del control.	Asegurar mejor performance a través de la anticipación de los problemas.
El Plan de Mantenimiento.	Identificar y eliminar esporádicos desvíos de la performance usual.	Identificar y eliminar la causa raíz de los problemas, para proveer una mejora en los niveles de Confiabilidad.

Tabla 1

5.2 Evolución y cambio de Paradigmas

Como podemos observar en el cuadro presentado, existe una diferencia abismal entre la filosofía de “Control” y la de “Mejora Continua”, en primer lugar la filosofía de Control se remonta al paradigma de los años ‘50 el cual establecía que la **“falla de la máquina era una aceptada e inevitable consecuencia de la vida productiva”**, a partir de este modelo mental de trabajo se generaban diseños de procesos con un alto índice de reservas de equipos y grandes inventarios de repuestos, con un incremento gradual de las intervenciones programadas.

Eran tiempos de sindicatos fuertes y de sistemas de trabajo estructurados y definidos sin posibilidades de evolución .

De aquí la idea que la Confiabilidad y Disponibilidad de Planta dependen de un hecho estadístico y las ocasionales pérdidas de las mismas no pueden ser evitadas.

En estas épocas, por supuesto no se contaba con los medios tecnológicos actuales y se realizaban mantenimientos reactivos con grandes costos por las paradas no planificadas y daños mayores producidos.

Hacia los años ‘70 aparecen las primeras computadoras industriales, se beneficia la posibilidad de establecer inspecciones y reparaciones programadas, comienzan a cambiar los modelos mentales.

Hasta aquí podríamos englobar las acciones destinadas a establecer Filosofías de Control, las cuales como ya explicamos presentan oportunidades de mejora importantísimas.

A partir de este tiempo aparece el RCM (Reliability Centered Maintenance) en USA, en sus primeras etapas basa su desarrollo en el logro de Seguridad Operativa ya que se genera en la Industria Aero comercial y tiene un objetivo básico cual es la Confiabilidad de los materiales asociados a turbinas, motores y variados sistemas de control que presentan los equipos (aviones). *Ref.: Nowlan F S and Heap H (1978) “Reliability – centred Maintenance”. National Technical Information Service, US Department of Commerce, Springfield, Virginia.*

Este sistema de Mantenimiento basa su estrategia de implementación en un profundo análisis funcional y de criticidad de componentes y sistemas, y un adecuado análisis y corrección sistemática de modos de fallas. A partir de los '90 se adapta a la industria en general.

A esta altura de los acontecimientos comenzamos a cruzar claramente el límite entre la Filosofía de Control y la de Avanzada o Mejora Continua, ya que se comienza a eliminar la causa raíz de los problemas, se mejora la Performance, la Confiabilidad y Disponibilidad de los equipos, la palabra “riesgo” comienza a ser utilizada para el desarrollo de Políticas de Activos que reducen y mitigan los mismos.

En la misma época comienza a producirse un cambio importante en las Industrias Japonesas a través de la implementación del TPM (Total Productive Maintenance), sistema que básicamente produce un revolución en la interacción entre Mantenimiento y Operaciones, hasta ese momento sectores con aspectos funcionales totalmente separados y enfrentados, y una adecuación del concepto de Calidad Total a todas las actividades de Mantenimiento. Este cambio fundamental se puede llevar adelante en las Empresas Japonesas debido a la incidencia de aspectos culturales y organizativos propios de estas Compañías (Los sindicatos en USA no se han adaptado aún hoy a esta concepción, a pesar que el TPM se encuentra contenido en las estrategias de Confiabilidad implementadas en Estados Unidos).

Posteriormente a estas metodologías de Mantenimiento se le asociaron tecnologías de avanzada que permitieron desarrollar el Mantenimiento Predictivo y Proactivo, con sus consecuencias sobre la predicción y corrección temprana de fallas.

En la actualidad se desarrollaron el RBM (Reliability Based Maintenance), RCM II y el RAM (Reliability, Availability, Maintainability)

El aprovechamiento integral de la sinergia del Mantenimiento Preventivo, los CMMS, Normas ISO, Tecnologías Predictivas y Proactivas, RCM, TPM, RAM, RCM II y del RBM sirvieron de base para la concepción del “**Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina. (MBI-A)**”. (Fig. 5-1). Por otro lado deja el camino abierto para alcanzar un hito superior cual es el “**Gerenciamiento de los Activos Físicos**”, temática en la cual me introduciré posteriormente ya que este Modelo de Mantenimiento

pretende sentar las bases para avanzar hacia un ambiente donde el Departamento se vea involucrado en una matriz de acción y decisión con las demás áreas de la Empresa.

A su vez, el Modelo de “Mantenimiento Basado en la Ingeniería” es la plataforma para metas y objetivos superiores de la Operación Industrial, las cuales no pueden ser alcanzadas sin esta base fundacional.

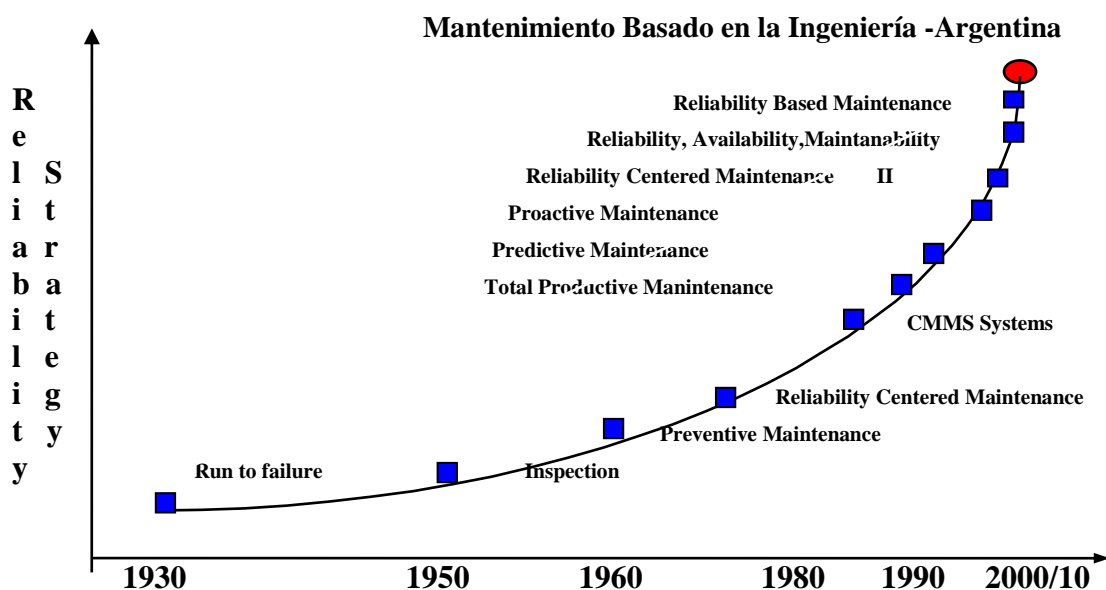


Fig.5-1-Evolución de las estrategias de Mantenimiento a través de los años

Ref.: [Reliability-Based Maintenance as a Breakthrough Strategy in Maintenance Improvement (Grahame Fogel and Dave Petersen-Computational Systems Inc 1996)/ RCM II-Reliability-Centered Maintenance II. (John Moubroy-1997)/Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina]

5.3 Principales Filosofías y Estrategias del Mantenimiento Industrial

No es la intención de este trabajo presentar cada una de las Filosofías y Estrategias del Mantenimiento Moderno con gran profundidad, ya que existen miles de hojas escritas respecto al tema, y bibliografía en la cual basarse para conocer cada uno de los desarrollos, pero si es mandatorio introducirnos en conceptos básicos que nos permitan tener una idea de la metodología y sus requerimientos, para que nos sirvan de base de aprendizaje con el objetivo de edificar nuestra propia filosofía, tomando lo éxitos y aprendiendo de los fracasos de estos desarrollos.

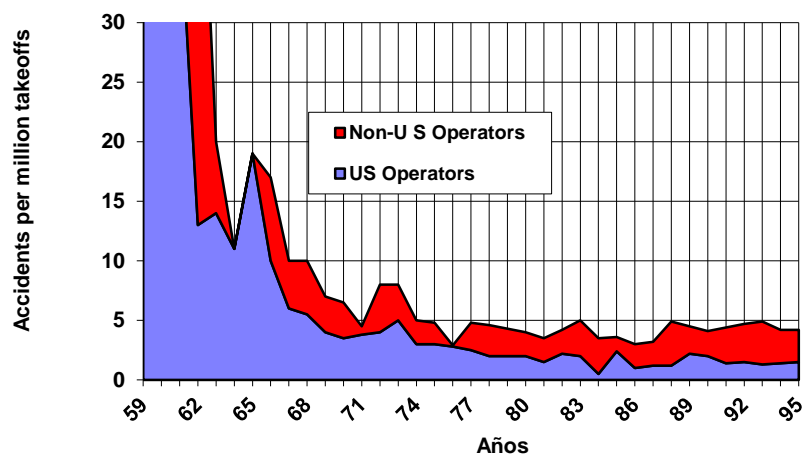
5.3.1 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Ref.: "Reliability-centred Maintenance"/Nowlan F S and Heap H (1978)/RCM II-Reliability-Centered Maintenance II. (John Moubray-1997)

A mi juicio, fue este el primer salto de calidad importante en el desarrollo del Mantenimiento Industrial en los últimos 70 años, ya que resultó una revolución en la forma de “mantener”, dándole a la actividad su real dimensión y sus características definitorias en el éxito de cualquier emprendimiento productivo, comenzando a instalar la idea del gerenciamiento integral de activos (Asset Management) como soporte vital de toda la actividad operativa de la empresa. Esta estrategia produce la participación decisiva de la Ingeniería en el Mantenimiento, hecho que generará posteriormente un impresionante desarrollo de tecnologías y permitirá el crecimiento profesional del Ingeniero en la actividad, estableciendo las bases para el logro de la excelencia. El desarrollo y aplicación del sistema (en la Industria de la Aviación se denomina **MSG3**) se llevó adelante, comisionado por el “United States Department of Defense”, en United Airlines (1970), siendo este un claro ejemplo de la real valía del RCM teniendo en cuenta que la Aerolínea Estadounidense ha alcanzado niveles de Confiabilidad de Excelencia, y por ende Seguridad en sus vuelos con un porcentaje de incidentes de fallas muy reducido (Fig.5-2), que habla a las claras de las bondades de su aplicación.

Cabe aclarar que esta aerolínea presenta los mejores niveles de remuneración y

capacitación del personal de Mantenimiento con respecto a las demás Compañías de USA (año 2002).



Safety in the civil aviation industry (Fig. 5-2)

Ref.: C A Shifrin: "Aviation Safety Takes Center Stage Worldwide" Aviation Week & Space Technology

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, es un proceso sistemático de análisis, utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que los Activos Físicos generen lo que sus usuarios necesitan que hagan en el contexto operacional definido.

El RCM, por primera vez propone un análisis funcional y de performance de los equipos en su contexto operativo; un análisis de las fallas funcionales, causas y consecuencias; un análisis de modos de fallas; un análisis primario de como predecir las fallas; genera acciones proactivas y plantea con firmeza el establecimiento de equipos de trabajo especializados, incluyendo la interacción con consultores y proveedores externos, para llevar adelante el proceso y establecer las Políticas de Activos resultantes. *[El análisis funcional se direcciona a la misión del equipo en la instalación, el análisis de modos de falla establece las diferentes problemáticas que pueden aparecer en un equipo determinado (daños en cojinetes, sellos, álabes, válvulas, instrumentos, etc)].*

El proceso, más allá de dos elaboradas Planillas de Información y Decisión, se basa en la formulación de siete (7) preguntas básicas acerca del activo o sistema que se analiza:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?.
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿En qué sentido es importante cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

A partir de estas ideas básicas, produce un análisis de criticidad de equipos y un sistemático análisis de fallas con el objetivo de generar historiales y acciones proactivas de mejoras. Gestiona los recursos especializados según el ranking de criticidad establecido, apareciendo los primeros análisis de eficiencia y excelencia en la gestión y ejecución del Mantenimiento. Todo este desarrollo se consolida a través de un diagrama de decisión (procedimiento) que permite guiar eficientemente las acciones.

Es necesario sin embargo aclarar, que esta estrategia de mantenimiento requiere para su implementación una importante cantidad y calidad de recursos humanos y técnicos, que posiblemente no sean factibles de poseer en cualquier actividad industrial, y sobre todo en diferentes regiones del mundo. Como dijimos, este sistema originó su desarrollo en necesidades de la industria de la aviación, que perfectamente conocemos ,presenta requerimientos extraordinarios a la hora del mantener y operar.

De aquí resulta que el RCM, fue evolucionando con adaptaciones hacia la Industria en general, pero sin perder nunca sus requerimientos básicos.

El objetivo primordial del RCM en su primera etapa de implementación fue la Seguridad Operativa, la cual se generó mediante la concreción de objetivos primarios de Confiabilidad, Disponibilidad e Incremento de la Vida Útil de componentes y equipos, potenciando a su vez el Factor de Utilización de los activos corporativos.

En cuanto a los recursos humanos necesarios para desarrollar inicialmente el RCM, básicamente se utilizan células (equipos pequeños) con funciones complementarias. Un grupo típico debería estar formado por un Ingeniero Especialista,

un Supervisor de Operación, un Operador, un Supervisor Mecánico, un Consultor Externo (si es necesario) y un Facilitador.

La implementación sistemática del RCM resulta ambiciosa, debido a las exigencias en cuanto a recursos técnicos y humanos se refiere, a la especialización y capacitación requerida, al importante volumen de gestión necesario para llevar adelante este sistema, y en general debido a la necesaria adaptación hacia la industria en general.

Aún así, la NASA, US Navy, United Airlines, Boeing Aircraft Corporation, y otras organizaciones gubernamentales, militares y privadas han desarrollado distintas variantes del RCM en USA, con resultados probados.

En 1988, la US Navy implementó el RCM en 122 submarinos nucleares, la disponibilidad de los submarinos aumentó en promedio 17 % de su vida nominal, a su vez algunos incrementaron la vida útil 8 años sobre los 25 previstos. Para uno de los submarinos, se lograron ahorros calculados durante su ciclo de vida de 1,7 billones de U\$S.

Ref.: RCM, the Navy Way for Optimal Submarine Operations-Granite Reliability Group, LLC- RCM Managers Forum 2006-Timothy M Allen)

Realmente los números son impresionantes, por esta razón sería descabellado no usar estos trabajos y la metodología, para fundamentar cualquier Política de Mantenimiento en la actualidad, el RCM es uno de los pilares de la actividad, sobre todo los resultados de perfiles de fallas que son uno de los logros más importantes, ya que se realizó un análisis histórico-estadístico detallado sobre miles y miles de componentes para la obtención de los mismos.

5.3.2 Total Productive Maintenance (TPM)

Ref.: Operating Equipment Asset Management-Your 21st Century Competitive Necessity (John S. Mitchell-2000)

Combinación del Mantenimiento Preventivo Estadounidense con el concepto Japonés de Calidad Total. Este sistema optimiza las intervenciones produciendo operadores autónomos de Mantenimiento (pequeños grupos) que realizan actividades primarias de inspección, limpieza y aviso temprano de incidentes diariamente.

Creado en USA, mejorado e implementado por Japón y nuevamente adoptado en USA, disuelve la línea de separación entre Operación y Mantenimiento, que no permitía tomar al operador acciones de corrección inmediata, ante un simple problema de maquinaria. Este sistema tiende a responsabilizar al operador en acciones básicas sobre el equipamiento, participando activamente en conjunto con Mantenimiento, en el Proceso de Mejora Continua.

Básicamente es una estrategia operativa, que focaliza en el trabajo cooperativo de Operación y Mantenimiento.

Objetivo:

Cero pérdidas.

Cero fallas.

Cero defectos.

Cero accidentes.

La implementación original (Japonesa) tiene los siguientes principios fundamentales:

- ✓ Maximizar la efectividad del equipo.
- ✓ Mantenimiento básico por los operadores.
- ✓ Mantenimiento Planificado por el Departamento Mantenimiento.
- ✓ Entrenamiento para mejorar las habilidades del personal de operación y mantenimiento.
- ✓ Un programa de análisis previo arranque de nuevas Plantas y Equipos para prevenir problemas.
- ✓ Mejorar la eficiencia del Mantenimiento.

- ✓ Focalizar sobre mantenimientos preventivos.

Según la experiencia Japonesa (cuatro empresas premiadas revelaron lo siguiente):

- ✓ Todas las Compañías tenían performance por debajo de los estándares.
- ✓ Orgullo y soberbia fueron evidentes en todos los casos, produciéndose resistencias importantes a la implementación del sistema.
- ✓ Cada sitio estudio dos años los conceptos antes de hacer el compromiso.
- ✓ Objetivo principal de Mantenimiento, TPM.
- ✓ Etapas de implementación, poner la Planta en una nueva condición (3 años). Rehabilitación de equipos y mejora continua.
- ✓ TPM usado para analizar la distribución de recursos y tareas entre operación y mantenimiento. Se buscó eficiencia en general a través de la responsabilidad operativa y de mantenimiento diario a operaciones, mientras el mantenimiento preventivo y programado a Mantenimiento.
- ✓ Mantenimiento con responsabilidad primaria sobre solución de problemas y mejora de la mantención.

En USA se focalizó sobre los siguientes Tópicos:

- ✓ Proceso corporativo para maximizar la efectividad del sistema de Producción:

Organización desde el nivel inferior.

- Cero defectos
- Cero fallas
- Cero accidentes
- Cero pérdidas

Todos los departamentos en la implementación, inclusive.

- Administración
- Ventas
- Desarrollo.

Involucramiento en el proyecto de todo el personal desde los gerentes hasta el último trabajador.

Focalizar sobre

- Capacidad
- Calidad
- Entrega
- Optimización de ingresos y gastos.
- Productividad y Capital del trabajo.
- ✓ Focalizar sobre equipos de trabajo orientados a mejoras de máquinas.
 - Establecer medidas confiables que maximizan la eficiencia de los equipos.
 - Monitorear condición, predecir fallas e identificar causa raíz.
 - Motivar por resultados.
- ✓ Optimizar la metodología de mantenimiento a través de rutinas basadas en calendario, horas operativas, monitoreo de condición.
Analizar constantemente el mantenimiento.
- ✓ Mantenimiento autónomo por operadores/producción. Generar grupos operativos multi-habilidades para mantenimientos menores (limpieza, lubricación, inspección, etc). Trabajar sobre cultura, actitud y acuerdos para el logro.
- ✓ Efectividad de Mantenimiento a través de prevención en diseño y “management”.
- ✓ Actividades proactivas para incrementar la Confiabilidad y Facilidad de Mantención de los equipos.
 - Gerenciamiento inicial de equipos.
 - “Ranking” de órdenes de trabajo y mejoras de Planificación y Programación.
 - Procesos de mejora continua producida por equipos adecuados.
 - Capacitación.
 - Cero Pérdida.
- ✓ Soporte del “Top Management”.
- ✓ Comunicación efectiva.
- ✓ Premios y reconocimiento por resultados.

Evidentemente, este sistema requiere de un profundo cambio en la forma de enfrentar el trabajo y está muy asociado a lineamientos culturales que permitan avanzar sobre fronteras implícitas entre Departamentos históricamente separados (Operación y Mantenimiento). Los aspectos culturales tienen una gran influencia sobre la factibilidad de implementación

De aquí su éxito en Países Orientales, donde el personal de las Compañías presenta una característica casi robotizada de funcionamiento, obteniéndose gran flexibilidad e intercambiabilidad de los mismos. Esta metodología logra un importante éxito en el logro de la interacción del personal de Operación y Mantenimiento para el desarrollo de un proceso de Mejora Continua, pero por otro lado presenta algunas sombras en el manejo de responsabilidades y genera pérdida de especialización, incluso en tareas menores, que pasan a ser ejecutadas por personal de Operaciones.

Al momento de problemáticas de dificultad creciente en ámbitos productivos de alto factor de servicio de equipos, nos podemos encontrar con reducida cantidad de personal de Mantenimiento debido a la eficientización del manejo de recursos llevada adelante por la implementación de TPM, y por sobre todas las cosas una drástica pérdida de la especialidad que puede generar dificultades crecientes al realizar las intervenciones sin conocimiento profundo del equipamiento, ya que se genera personal multifunción para todas las tareas de Mantenimiento.

Se corre peligro de crear un poder avasallador del Departamento de Producción sobre el de Mantenimiento, generando un desequilibrio que justamente es el que pretende evitar el desarrollo teórico del TPM, se pierde profesionalismo y ámbitos de referencia y consulta.

No basamenta acciones predictivas y proactivas, ya que se deben desarrollar técnicas y tecnologías que requieren personal especializado, es claramente mejorable. Su mayor aporte es el producido por la interacción entre Operación y Mantenimiento, y el compromiso del operador con la instalación.

5.3.3 Reliability, Availability, Maintainability (RAM)

Ref.: -Maintainability-A key to Effective Serviceability and Maintenance Management.

(Benjamin S. Blanchard, Elmer L. Peterson-1995)

Incluye estrategias de diseño asociadas a la vida del equipo y facilidad de mantenerlo, son características inherentes originadas en el diseño que influyen drásticamente sobre el costo de utilización.

El costo durante la vida útil del equipo se fijará en gran porcentaje durante el proceso de diseño (17 % de los costos operativos durante la vida útil del equipo son producidos por errores de diseño), ya que la calidad de su construcción bajo modernos conceptos técnicos y tecnológicos, y procedimientos de avanzada en lo que respecta a la forma establecida por diseño para el futuro proceso de Mantenimiento, generarán una gran Confiabilidad, Disponibilidad y Facilidad de Intervención en caso de necesidad.

Un buen diseño elimina o minimiza los problemas, incluyendo los problemas operativos a futuro.

El proceso debe asegurar que las reformas y mejoras sobre equipos en operación, deben ser aplicados al diseño de nuevos equipos.

Compromisos para reducir costos en diseño, frecuentemente culminan en equipos de dificultosa operatividad y factibilidad de mantener.

Por supuesto que los equipos diseñados bajo esta filosofía tienen un componente de valor inicial adicional, pero el mismo será largamente recuperado en costos de Operación y Mantenimiento, al momento de adquirir nuevos activos se debe hacer una análisis del costo del ciclo de vida.

5.3.4 Reliability Centered Maintenance II (RCM II)

RCM II-Reliability-Centered Maintenance II. (John Moubray-1997)

Hoy en día el cuidado y respeto por el Medio Ambiente es una exigencia y un objetivo fundamental de cualquier Compañía Productiva líder en su actividad, por lo tanto el concepto de RCM debió evolucionar e instalar este tema vital en su diagrama de decisión, direccionando esfuerzos de gestión y ejecución del mantenimiento hacia el respeto total de leyes gubernamentales y de organizaciones internacionales tendientes al cuidado de nuestro habitat. Se presentó en septiembre de 1990, produciendo no solo mejoras referidas a temas medioambientales sino también se corrigieron algunos items menores del diagrama de decisión original del RCM.

5.3.5 Reliability Based Maintenance (RBM)

Reliability-Based Maintenance as a Breakthrough Strategy in Maintenance Improvement (Grahame Fogel and Dave Petersen-Computational Systems Inc 1996).

Esta Filosofía de avanzada desarrollada por CSI (Computational System Inc) establece un “ranking” de los Sistemas y Equipos de Planta, en términos del impacto sobre Disponibilidad y Capacidad de Producción de la misma.

Posteriormente, la estrategia asociada se basa en una **“balanceada aplicación de Técnicas Preventivas, Predictivas y Proactivas de Mantenimiento”**, con el objetivo de asegurar la máxima Capacidad y Disponibilidad, minimizando los costos.

Todas las consecuencias positivas de la aplicación de procedimientos de RCM; sumada a la visión eficientizadora del TPM; la aplicación balanceada de técnicas Preventivas, Predictivas y Proactivas; la utilización de los CMMS; la capacitación permanente; la medición constante de variables de Mantenimiento relacionadas con el Negocio; son el basamento del RBM.

A diferencia del RCM, el RBM se originó en una Compañía (CSI) especializada en la fabricación de equipos para Mantenimiento Predictivo y Monitoreo de Condición, y el desarrollo de técnicas y tecnologías relacionadas. Este conocimiento tan profundo de las posibilidades de la “predicción”, le permite generar a posteriori una Filosofía de Mantenimiento mucho más ágil y adaptable a la Industria en general, ya que sus equipos y programas de mantenimiento permiten gestionar y ejecutar el mismo a través de un sinnúmero de posibilidades de monitoreo de condición con las cuales el RCM no contaba al momento de su aparición.

Por otro lado, por origen el RBM presenta menor rigidez procedimental con respecto al RCM, ya que este último de aplicación inicial en la Industria Aerocomercial, requiere de reglas de cumplimiento estricto ante los reducidos márgenes de riesgo posibles de aceptar.

Este alto grado de acatamiento a procedimientos que necesariamente requiere la industria de la aviación, se traduce en cantidad y calidad de recursos técnicos y humanos para llevar adelante su implementación, en el caso del RBM con reducida

cantidad de personal especializado y contando con equipos de alta tecnología se puede lograr un eficiente mantenimiento de los activos.

El RBM presenta aspectos teóricos básicos del RCM y el TPM, pero el aspecto funcional es menos estructurado y posibilita su aplicación a la Industria en general.

La aplicación del RCM siempre debe ser adaptada ya que sus requerimientos normalmente sobrepasan a las necesidades de la Instalación generando una gestión ineficiente.

Esta es la principal diferencia entre las dos Filosofías, el RBM es directamente aplicable a la Industria en general.

El RCM nació con la necesidad de lograr Seguridad Operativa mientras el RBM pretende Capacidad de Producción y Disponibilidad, las dos filosofías lograrán estos objetivos pero por distintos caminos y costos asociados.

En toda actividad productiva el ser humano asume un riesgo, este riesgo puede ser económico, de vida, de credibilidad, etc, la posibilidad o márgenes de aceptación de fallas funcionales en la Industria Aero comercial son nulas, por lo tanto el RCM es un sistema procedimentado de tal manera que las frecuencias de fallas a asumir son minimizadas o eliminadas.

El RBM posibilita la aceptación de márgenes de riesgo mayores, debido a que es posible que un equipo pueda ser solamente monitoreado e intervenido en el momento ideal, mientras que en aviación se deben mantener estructuras preventivas rígidas ya que no es posible aceptar por ejemplo la detención de una turbina en pleno vuelo.

La filosofía de atención y protección de equipos de aviación es lógicamente diferente a la filosofía de mantenimiento de una turbina utilizada en la Industria, incluso se utilizan elementos de diseño más desarrollados y seguros (ej.: rodamientos en vez de cojinetes).

Las directrices del RBM son:

- ✓ Priorización de sistemas de Planta y modos de falla en términos de su impacto sobre Capacidad y Disponibilidad.

- ✓ Decisiones de negocios para establecer hacia donde realizar los esfuerzos de inversión en Mantenimiento.
- ✓ Introducción de tecnologías (preventivas, predictivas y proactivas).
- ✓ Una mayor participación de mantenimiento en las “decisiones” globales del negocio.
- ✓ Redefinición de Mantenimiento como una organización cuya misión es mejorar la productividad y la capacidad de implementar soluciones y mejoras, a través de prácticas de avanzada.
- ✓ Un incremento de la Capacidad de Producción como consecuencia de las decisiones de mantenimiento.
- ✓ Establecimiento y aceptación de índices de medición de la Performance de Mantenimiento asociadas al negocio.

El RBM actúa en la solución de cuestiones básicas como la interacción entre Operación y Mantenimiento, el operador debe asumir responsabilidades sobre la performance de los equipos bajo su control, debe intercambiar conocimientos y experiencias con el personal de mantenimiento, por otro lado los especialistas de análisis de condición necesariamente educan a los operadores sobre la mejor manera de operar los equipos de acuerdo a las capacidades de los mismos. Esta interacción sistemática produce importantes mejoras en la eficiencia de los sistemas y equipos, y permite mantener las “especialidades” para su aplicación en los casos de dificultad creciente.

Esta metodología actúa constantemente evaluando los programas de mantenimientos preventivos, eficientizándolos a través de la utilización del monitoreo de condición, dando preponderancia a las acciones proactivas y predictivas, y a las preventivas en aquellos sistemas o equipos cuya falla no pueda ser anticipada o predecida.

Enfatiza también sobre acciones de Medición de Performance de la Gestión y “Benchmarking” para lograr un funcionamiento “World Class”.

Implementación de Reliability Based Maintenance:

Un clásico desarrollo evolutivo de la implementación de RBM sería el siguiente:

FASE 1: “Análisis de Situación, , Entrenamiento, Nacimiento y Sucesos Iniciales.”

En el comienzo, normalmente se realizan tareas asociadas al conocimiento del estado de situación actual de Mantenimiento, a través de actividades de “Benchmarking”. Muchos asumen que se puede dejar de lado este paso, pero es imprescindible conocer donde estamos posicionados para poder mejorar.

Los principales elementos a analizar son los siguientes:

Elementos Filosóficos	Estructura organizacional.
	Actitudes predominantes.
	Cultura corporativa.
	Métodos de trabajo.
	Medidas de calidad.
	Efectividad en la Misión.
Elementos Procedimentales	Objetivos y mediciones de Performance.
	Procedimientos de Control del Trabajo.
	Documentación de Control de Procedimientos.
	Procedimientos de Mantenimientos Preventivos.
	Planes de Entrenamiento.
Procedimientos de Ejecución de Proyectos mayores.	
Procedimientos de Control de “Stock”de repuestos.	

Elementos Técnicos	Programa CMMS.
	Programas Predictivos.
	Programas Proactivos.
	Programas Preventivos.
	Programas Correctivos.
	Entrenamiento Técnico.
	Balance de estrategias de Mantenimiento.

Como vemos, esta única etapa de la Fase 1 nos puede demandar un año para su logro.

El segundo escalón de esta fase consiste en crear dos grupos claves que serán el corazón del RBM:

1-Maintenance Planning Group.

2-Reliability Improvement Group.

El ***grupo 1***, normalmente tiene responsabilidad solamente sobre la Planificación de Mantenimientos Preventivos, y en realidad debe tener responsabilidades de coordinación y optimización de toda la gestión del mantenimiento.

Sus principales responsabilidades son:

- ✓ Coordinación de todas las actividades de Mantenimiento Preventivo, incluyendo las de medición de la condición de las máquinas.
- ✓ Coordinación de rutinas preventivas menores, incluyendo las realizadas por los operadores.
- ✓ Coordinación de las actividades de Mantenimiento con Producción, para obtener el menor impacto sobre la Disponibilidad y la Capacidad de Producción.
- ✓ Planificación de los trabajos de Mantenimiento, incluyendo procedimientos, herramientas, partes, inspecciones y calibraciones.

- ✓ Seguimiento de órdenes de trabajo y costeo.
- ✓ Confección de Historiales.
- ✓ Evaluación del ciclo de vida de partes y equipos con el objetivo de implementar posibles mejoras.
- ✓ Inventario de repuestos.

El **grupo 2** (Reliability Improvement Group) está focalizado hacia la implementación del Mantenimiento Predictivo, pero también es responsable sobre la generación de estrategias proactivas de Mantenimiento.

Este grupo se conforma normalmente de:

- 1 o 2 técnicos de análisis de vibraciones, ultrasonido, etc.
- 1 técnico en termografía.
- 1 técnico en lubricación.
- 1 Ingeniero de Mantenimiento. (Análisis de fallas, Performance, Indices, etc)

Sus principales responsabilidades son:

- ✓ Desarrollo e implementación de técnicas y tecnologías predictivas.
- ✓ Proveer rutinas temporales de evaluación de condición a Planificación de Mantenimiento, con el objetivo de eliminar toda parada no planificada.
- ✓ Implementar métodos y tecnologías de mantenimiento proactivo, incluyendo identificación, diagnóstico y solución de problemas repetitivos.
- ✓ Analizar Performance, Disponibilidad, Confiabilidad, Costos de Mantenimiento, Calidad.
- ✓ Identificar necesidades de entrenamiento.
- ✓ Identificar cambios en el diseño de equipos para mejorar la Confiabilidad.
- ✓ Identificar y eliminar mantenimientos preventivos innecesarios.

- ✓ Llevar adelante el análisis de causa raíz de falla con el objetivo de eliminar las mismas.

Este grupo puede ser creado a partir de recursos existentes con adición del entrenamiento necesario para especializarlos.

Es muy importante en esta etapa el conocimiento o el “expertise” de los integrantes del grupo.

FASE 2: “Expansión del Mantenimiento Predictivo e introducción y desarrollo del Mantenimiento Proactivo.”

En el segundo y tercer año se implementan mayor cantidad de técnicas predictivas, y se balancean las acciones preventivas y proactivas de acuerdo al monitoreo de condición.

En esta etapa comienza a cambiar la actitud del personal de Planta con respecto a Mantenimiento, se direccionan los esfuerzos hacia la eliminación de fueros de servicio, predicción y eliminación de las causas origen de los problemas.

El grupo de Reliability puede crecer en cantidad de personal mientras el “staff” de mantenimiento reducirse un 20 % o más.

Se comienzan a utilizar índices de performance asociados a indicadores globales de mejoras.

FASE 3: “Fase de madurez del programa de RBM”.

Es la fase donde se observa el importante cambio de actitud que ocurre en el Departamento Mantenimiento (todos los sectores encolumnados tras objetivos de Confiabilidad y Disponibilidad).

En esta agresiva fase de implementación de la estrategia, la Planta está integralmente consustanciada con la eliminación de Paradas, reducción constante de problemas de equipos y con Normas de Calidad, con un objetivo básico de asegurar la producción nominal y mejorarla. Las mediciones de performance para establecer el éxito

de la estrategia se asocian a índices del negocio, demostrando minimización de costos operativos y de mantenimiento, y esfuerzos por mejorar las ganancias

Se utilizan procedimientos para todas las actividades de mantenimiento.

En esta etapa se utiliza el concepto de “todo lo que se mide se mejora”, es la fase en la cual se observan claramente los resultados de la implementación de RBM sobre Productividad, Calidad, Confiabilidad y Disponibilidad.

Se incrementa la línea base de Confiabilidad y Disponibilidad, actuando de soporte para nuevos logros Productivos.

La “Capacidad de Producción” se ve claramente incrementada y asegurada. Se utilizan técnicas de “Benchmarking” para verificar y mejorar los resultados.

Es la etapa de profundización y consolidación del Cambio Cultural.

Los logros del RBM se pueden resumir en:

1-Mejora la Capacidad de Producción a través de la eliminación de daños y paradas de máquina; la condición del equipo es siempre conocida, dando constantemente una clara idea de la Capacidad de Planta.

2-Significativa reducción de costos de mantenimiento, necesidades de mantenimiento anticipadas y planificadas.

3-Incrementa la calidad del producto y reduce pérdidas.

4-Reduce el consumo de energía por máquinas más eficientes.

5-Reduce el “stock” de repuestos.

6-Mejora la Seguridad Operativa.

7-Protección del Medio Ambiente.

8-Extensión de vida útil de equipos y componentes costosos a través de la disminución de daños debido a modos de falla.

9-Equipo de trabajo entre Mantenimiento, Producción e Ingeniería para asegurar máxima Capacidad.

10-Mejoras importantes en ganancias y capital de trabajo.

5.3.6 Planned Maintenance Optimization (PMO)

Ref.:PM OPTIMISATION-Using PMO2000™ Reliability Software and Methodology A Tool for Improving Operations and Maintenance in the 21st Century. (Steve Turner BEng MBA/OMCS Internacional-2005)

Normalmente, los programas de Mantenimiento han sido mal diseñados en origen, y se ha detectado que entre el 40% y el 60% de los mantenimientos planificados sirven de poco (J. Moubray 1997).

Se pudo observar a través de la revisión PMO que:

- Muchas tareas son duplicadas.
- Algunas tareas son realizadas con una frecuencia demasiado alta, y otras demasiado tarde.
- Algunas tareas son intrusivas cuando deberían ser basadas en la condición.
- Existen muchas fallas costosas que se podrían haber prevenido.

La idea es , según la estrategia de DUPONT:

- Poder establecer una apropiada combinación entre preventivo y predictivo.
- Poder generar un programa de Mantenimiento donde las frecuencias de intervención y las tareas en sí mismas, produzcan valor en todos los casos.
- Donde los defectos que no pueden ser tratados por los planes, sean eliminados por otras técnicas (nuevos diseños, mejoras, modificaciones,etc).

El PMO se basa en una racionalización del Mantenimiento Planificado (Preventivo, Predictivo, Proactivo), para obtener todo el valor posible del programa.

Debe existir un programa de mantenimiento previo para poder desarrollar PMO, no es un proceso base cero, porque si lo fuera, estaríamos incursionando en otras metodologías.

Nueve son los pasos del PMO, más uno de inicio del proyecto, en el arranque se produce una jerarquización de equipos y sistemas de acuerdo al impacto que pueden provocar sobre:

- Medio Ambiente y Seguridad.
- Producción y costos operativos de mantenimiento.
- El consumo de horas hombre para operar y mantener.

La idea es tener un Ranking de criticidad, de acuerdo a estas consideraciones, para comenzar el análisis sobre los equipos/sistemas de mayor impacto.

Los nueve pasos básicos son:

1-Colectar y documentar el programa de mantenimiento existente.

La idea es cargar en una base de datos todas las actividades de mantenimiento por equipos.

2-Análisis de modos de fallas.

Se generan grupos de trabajo que analizan los modos de falla que ataca cada tarea de mantenimiento.

3-Racionalización y revisión de modos de fallas.

En esta etapa se logran visualizar modos de falla que tiene tareas duplicadas, o que las realizan especialistas y mantenedores u operadores.

También se visualizan aquellos modos de falla que no han sido tratados a través del análisis del histórico de fallas, documentación técnica o la experiencia del grupo.

4-Análisis funcional.

Esta tarea es opcional (es una actividad típica del RCM), el análisis funcional de los equipos es de dificultad importante, ya que requiere la participación de especialistas de todas las áreas, y a veces de valor relativo para el área de

mantenimiento, en casos de equipos críticos sería conveniente realizar un análisis funcional básico.

5-Evaluación de consecuencias.

Cada modo de falla es analizado para determinar las consecuencias de su ocurrencia (análisis este típico del RCM o el FMEA).

6-Determinación de la Política de Mantenimiento.

En este paso cada modo de falla es analizado usando una metodología similar al FMEA. En este paso se determinan nuevas o revisadas Políticas de Mantenimiento.

Se hacen evidentes en este punto:

- Los componentes del programa de mantenimiento que son costo/efectivos y aquellos que no , y necesitan ser eliminados.
- Que tareas pueden ser menos costosas y más efectivas, y pueden ser reemplazadas por monitoreo de condición.
- Que tareas no tienen un propósito y deben ser removidas de programa.
- Que tareas deben ser más efectivas y hay que cambiar la frecuencia.
- Que modos de falla deben ser mejor gerenciados por el uso de más simple o mejor tecnología.
- Que datos deben ser recolectados para predecir la vida del equipo en forma más certera.
- Que defectos deben ser eliminados por RCA.

7-Reunión final y revisión

En esta etapa, una vez completado el análisis , el equipo establece el método más eficiente y efectivo para gerenciar el mantenimiento planificado, teniendo en cuenta los factores de producción local y otros contrastes. Se distribuyen las tareas entre operación y mantenimiento de acuerdo a la mayor eficacia y eficiencia de las mismas.

8-Aprobación e implementación

Se comunica a los líderes de áreas para revisión y comentarios. Esta es una etapa que requiere mucho esfuerzo para implementar los cambios si son necesarios, sobre todo si no es una organización preparada para el cambio.

9-Programa aplicado y en funcionamiento

Es la etapa de consolidación del nuevo programa de mantenimiento, se observan cambios de reactivo a proactivo.

Se focaliza sobre defectos o limitaciones operativas, es la etapa de la mejora continua del programa, se realiza el ajuste fino del proceso con mejoras en:

- Estrategias de Producción/Mantenimiento.
- Mediciones de performance.
- Reporte de fallas y eliminación.
- Planeamiento y programación.
- Revisión de la estrategia de repuestos.
- Mejora de las prácticas de mantenimiento.
- Capacitación.

Con el proceso PMO, se alcanza una organización orgullosa de los logros, se reducen costos operativos y se incrementa la confiabilidad; se incrementan los conocimientos técnicos y generales de Planta por la revisión sistemática de todos los planes asociados a los componentes de la misma.

El PMO resulta ser una herramienta muy interesante y casi de sentido común, los planes de mantenimiento generados en el origen de la organización requieren revisiones periódicas, porque seguramente son mejorables.

Es aplicable en organizaciones de mantenimiento con algunos años de operación, nos es un proceso base cero como ya dijimos, con algunas variantes que plasmaremos oportunamente en el modelo, es una herramienta muy válida.

El proceso PMO tiene el problema de la profundidad del análisis funcional y de modos de falla, aquí la experiencia y el conocimiento juegan un rol fundamental para salvar estos problemas, lo ideal es combinarlo con otras metodologías.

5.3.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Ref.:-The basics of FMEA.(Robin E Mc Dermott; Raymond J. Mikulak; Michael R Beauregard)

-Software FMEA.Pro7(DYADEM-Expert Guidance for Failure Mode and Effects Analysis)

Esta técnica, de acuerdo a experiencias de aplicación , debería ser el primer paso obligatorio del arranque de cualquier organización de mantenimiento, por su característica natural para el desarrollo del Plan de Mantenimiento.

El análisis sigue un proceso natural para determinar Políticas de Mantenimiento, es casi una cuestión de sentido común para el ingeniero analizar los modos de fallas, para generar un Plan de mantenimiento.

Originado en los años sesenta en la industria aeroespacial , tuvo sus primeras incursiones en el ámbito de la seguridad, luego pasó a la industria en general siempre en el mismo ámbito, actualmente ha tomado relevancia en otros ámbitos, principalmente en la industria automotriz a través de su estándar QS-9000 , esta norma requiere a los fabricantes de automóviles y sus componentes la realización de análisis FMEA a productos/diseños en un esfuerzo por eliminar las fallas antes que ellas ocurran. Compañías como Ford , General Motors, Chrysler, han hecho un uso extensivo de esta metodología reportando importantes mejoras de sus productos/diseños.

Puede actuar como un proceso base cero, como inicio de cualquier programa de calidad o mantenimiento, también puede ser usado como inicio de la revisión de un programa de mantenimiento, es un análisis claramente proactivo porque tiende a la anticipación de la falla.

Es más sencillo que el RCM y puede actuar como base de este , requiere un grupo de trabajo “ad hoc” de cada especialidad, el análisis es sencillo y en su proceso se debaten en profundidad los modos de fallas de cada uno de los componentes.

El FMEA “es un método sistemático de identificación y prevención de fallas en Equipos/Item Mantenibles (Análisis de Modos, Causas y Efectos Potenciales de Fallas) , Productos y Procesos antes de su ocurrencia”. (*Ref. The basics of FMEA -Robin E. Mc Dermott; Raymond J. Mikulak; Michael R. Beauregard*)

Básicamente, el FMEA aplicado al desarrollo de Políticas de Mantenimiento, lo que hace es analizar uno por uno los componentes de los equipos, sus posibles modos de falla, sus efectos y la severidad de los mismos, las causas posibles y la probabilidad

de su ocurrencia, los controles y acciones posibles de desarrollar y la capacidad de detección o control anticipado de los modos de falla.

El FMEA presenta normalmente 10 pasos:

1-Revisionar el proceso.

Antes de comenzar se debe asegurar que todos los componentes del equipo de trabajo conocen perfectamente la metodología, inclusive se puede desarrollar una planilla acorde al tipo de análisis que se quiere llevar adelante (análisis de procesos, productos, o para establecer políticas de mantenimiento). Por otro lado, si el análisis se hace sobre un equipo en particular, se deben determinar todos los componentes del mismo.

2-Tormenta de ideas sobre potenciales modos de fallas.

En esta etapa se trabaja para listar todo los modos de fallas posibles, se pueden distribuir los componentes entre distintos miembros del equipo para avanzar más rápidamente en la identificación de los modos de fallas. Una vez identificados se pueden agrupar de acuerdo a necesidades y se deben transferir a la hoja de trabajo.

3-Listar los potenciales efectos de cada modo de falla.

En este paso el equipo de trabajo se pregunta “¿si la falla ocurre, cuales son los efectos?”, es una etapa muy importante porque del efecto va a depender la severidad que obtendremos en el próximo paso.

4,5,6-Desarrollar las tablas con los criterios de Severidad, Ocurrencia y Detección y asignar un valor a cada modo de falla.

Estos son criterios que el equipo debe desarrollar para poder caracterizar cada modo de falla, se realiza una escala del 1 al 10 estableciendo un ranking de cada uno de los criterios. Existen tablas típicas que pueden aportar en este proceso, se debe luego asignar un valor a cada modo de falla.

SEVERIDAD: Asociada a los efectos del modo de falla sobre la función del equipo, su estado de conservación y seguridad del operador, si esta ocurriera. Cada efecto de un modo de falla debe ser categorizado, un modo de falla puede tener varios efectos y por lo tanto cada efecto tendrá una severidad asociada. Se puede usar historial, experiencias, publicaciones, etc, para determinar la severidad de los defectos.

Valores de 1 a 10 (10 es la mayor severidad)

OCURRENCIA: Probabilidad o Frecuencia de ocurrencia del modo de falla. Esta categoría puede ser mejor determinada si se conoce la causa potencial de la falla, es por eso que en la planilla se debe establecer antes del valor de ocurrencia, la causa de falla.

Valores de 1 al 10 (10 la mayor frecuencia o probabilidad de ocurrencia)

DETECCION: Posibilidad o Probabilidad de detectar el modo de falla antes que aparezcan los efectos del mismo. Se comienza en este caso por la identificación de los controles de fallas para evitar que ocurran las mismas, luego de acuerdo a esos controles se establece la capacidad de detección.

Valores de 1 al 10. (10 la menor posibilidad de detección)

7-Calculo de Indice de Prioridad de Riesgo (RPN)

Luego se determina un Indice de Prioridad de Riesgo (RPN-Risk Priority Number), el riesgo relativo de un modo de falla, sus efectos y causas, están determinados por el producto de los tres Factores (Severidad, Ocurrencia y Detección):

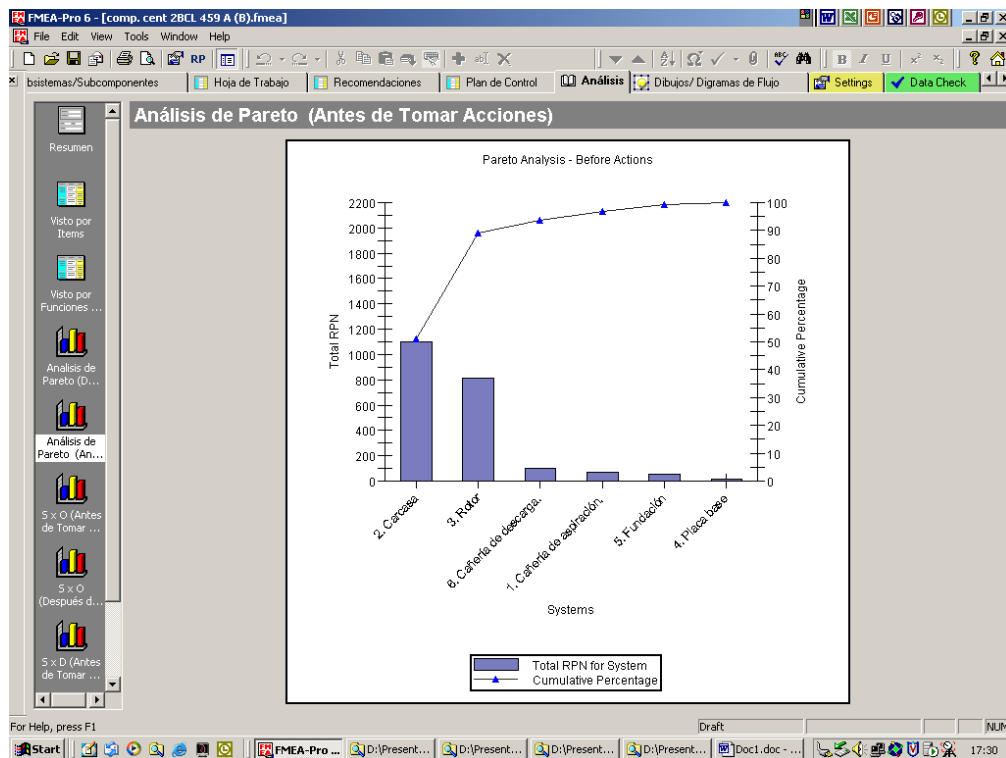
RPN: Severidad x Ocurrencia x Detección

Mediante este índice y a través de diferentes análisis, como el de Pareto por ejemplo, se pueden categorizar los modos de fallas por su valor de RPN para determinar donde se debe en primera instancia aplicar alguna acción de Mantenimiento. También se puede comparar la sumatoria de RPN de un análisis con otro para tener una idea del riesgo global de cada equipo.

8-Priorizar los modos de falla de acuerdo al RPN

Esta es la etapa de priorizar aquellos componentes cuyos modos de falla y efectos tienen el mayor RPN, para ayudar a la toma de decisiones sobre los cuales se tratará de reducir el índice de riesgo.

El equipo de trabajo, debe en esta etapa definir con que criterio tratará el riesgo, por ejemplo algunas organizaciones definen que todos los RPN por encima de 200 son inaceptables y se debe implementar alguna acción para reducir el mismo. Como se puede observar en la Fig. 5-3, se presenta un análisis de Pareto del RPN por componentes de Bombas Centrífugas, lo cual permite observar cuales son los elementos de un equipo que impactan más sobre los riesgos, y que por lo tanto deberían tratarse mediante acciones de mantenimiento que reduzcan estos valores.



Análisis de Pareto-RPN/componente (Fig.5-3)

Ref.:-Software FMEA.Pro7(DYADEM-Expert Guidance for Failure Mode and Effects Analysis)

9-Tomar acción sobre los modos de fallas que tienen un alto riesgo.

En esta etapa el equipo se orienta a reducir la severidad, actuando sobre medidas de protección, sistemas de seguridad, sistemas de contención, etc; reducir la ocurrencia mediante mejoras en el diseño, sistemas de control , procedimientos, etc; y mejorar la capacidad de detección mediante nuevos planes de mantenimiento, tecnologías, monitoreo de condición ,etc.

Aparecen las acciones recomendadas, los responsables de su implementación y seguimiento para pasar a la última parte del análisis.

10-Calcular el RPN resultante de las mejoras sobre el riesgo original.

Nuevos valores de severidad ,ocurrencia y detección se han establecido en la etapa 9, al hacer el nuevo cálculo del RPN se podrá tener una idea cuantitativa del resultado del análisis FMEA sobre el riesgo. Es una etapa de conclusión final del

análisis, lo que no quiere decir que no se deba reabrir el mismo con una cierta frecuencia basándose en un proceso de mejora continua.

Existen por supuesto softwares dedicados para llevar adelante los análisis:

- Planillas típicas. (Ver Fig. 5-4)
- Análisis del RPN total por equipos y por Clases.
- Análisis de RPN máximos por clase , equipos , modos de falla, etc.
- Gestión de la información.
- Diagramas de Pareto. Diagramas 3D (severidad, ocurrencia, detección, RPN Total, Otros.....) (Ver Fig. 5-5 y 5-6)

Componente o Sistema	Subcomponentes	Función	Modo Potencial de Falla	Efectos Potenciales de Falla	Sev	Causas Potenciales de Falla	Occ	Controles Actuales	Det	NPR	Acciones Recomendadas	Notas
1. Cañería de aspiración.	Soportes de la cañería	Soportar.	Falta de apoyo.	Vibraciones. Distorsión de la carcasa. Puede no haber indicaciones.	3	La cañería no apoya en los soportes.	4	Inspección visual.	2	24		
	Junta de expansión	Proveer flexibilidad a la cañería	Bloqueo de los fuelles.	Vibraciones. Distorsión de la carcasa	5	Montaje incorrecto de la junta de expansión	2	Inspección visual.	2	20		
			Corrosión de los fuelles.	Puede no haber indicaciones.	4	Selección inadecuada del material de los fuelles.	2	Inspección metalográfica.	3	24		
2. Carcasa	Carcasa	Alojar los componentes internos de la máquina. Resistir presión.	Corrosión	Pérdida de Performance. Afecta la integridad estructural de la carcasa.	8	Incompatibilidad Material vs. Producto	2	Inspección visual durante desarmes de la máquina. Medición de espesores.	3	48		
			Erosión	Pérdida de Performance. Afecta la integridad estructural de la carcasa.	8	Arrastre de líquidos	2	Inspección visual durante desarmes de la máquina. Medición de espesores.	3	48		
			Suciedad / Polimerización	Pérdida de Performance. La suciedad dificulta la circulación interna del gas.	5	La alta temperatura de descarga en la compresión de hidrocarburos pesados hace que se produzca la polimerización de los mismos.	2	Evaluación de performance. Limpieza en desarmes de máquina.	3	30		

Planilla Típica de FMEA(Fig.5-4)

Ref.: -Software FMEA.Pro7(DYADEM-Expert Guidance for Failure Mode and Effects Analysis)

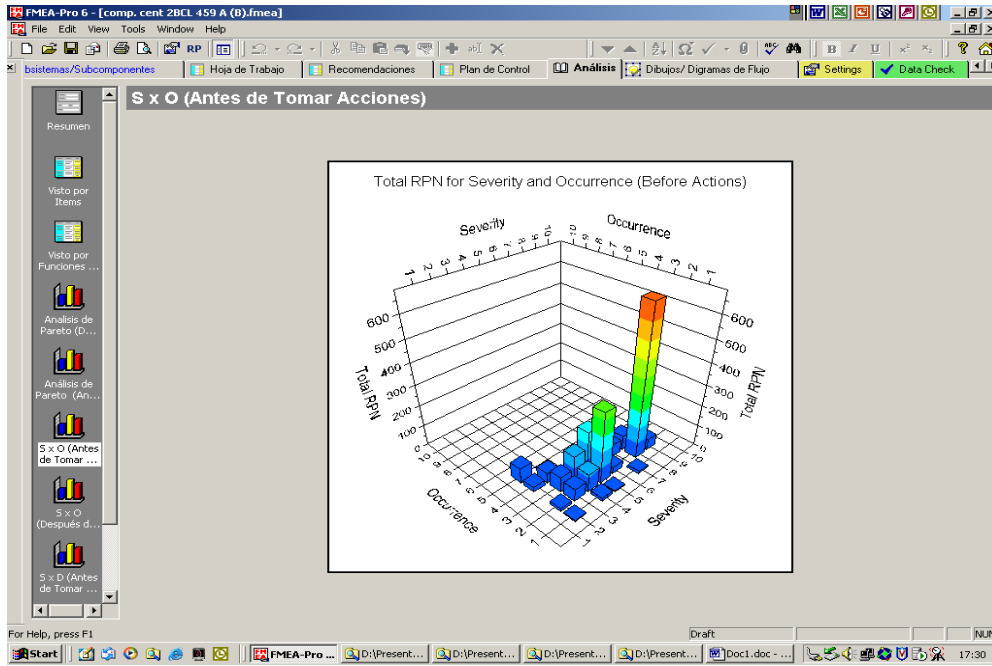


Gráfico RPN-Severidad-Ocurrencia (Fig.5-5)

Ref.: -Software FMEA.Pro7(DYADEM-Expert Guidance for Failure Mode and Effects Analysis)

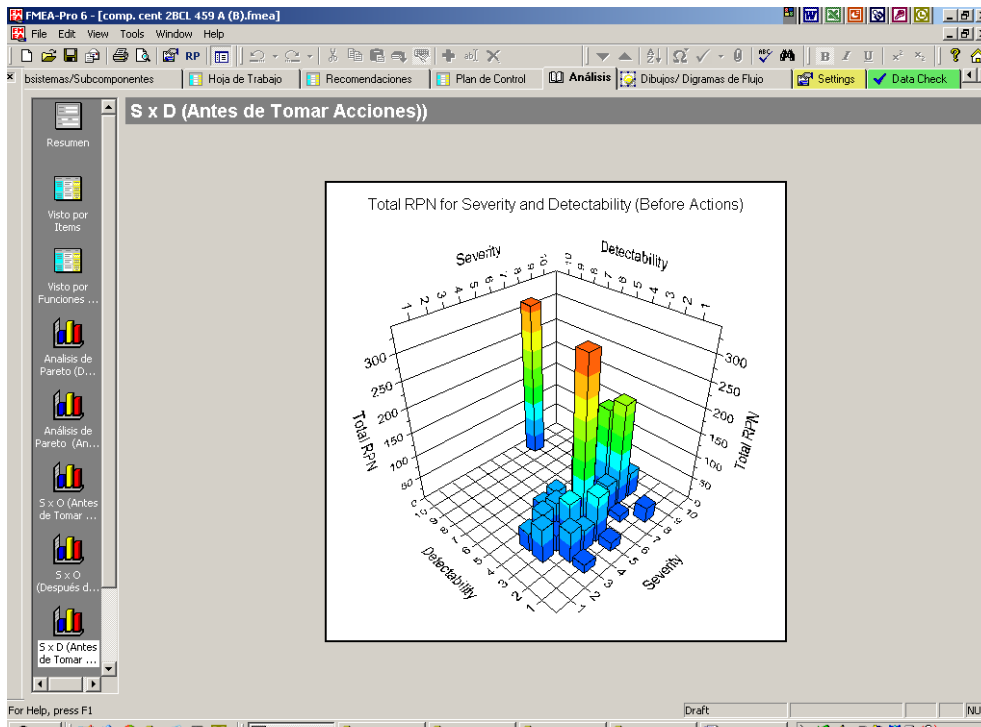


Gráfico RPN-Severidad-Detectabilidad (Fig.5-6)

Ref.: -Software FMEA.Pro7(DYADEM-Expert Guidance for Failure Mode and Effects Analysis)

5.3.8 Análisis de Causa Raíz (RCA-Root Cause Analysis)

Ref.: Root Cause Analysis-Improving Performance for Bottom-Line Results.

(Robert J. Latino and Kenneth C. Latino-2002)

Causa Raíz es la causa/causas que, eliminadas, evitan la recurrencia del problema tal como se manifestó.

EL RCA, es un método sistemático para analizar todos los aspectos que pueden favorecer la ocurrencia de una falla manifiesta, aislar las diferentes causas concurrentes y solucionarlas.

Si bien es un método reactivo ya que es una respuesta a un evento consumado, es a la vez proactivo desde el punto de vista de impedir la recurrencia de un problema a futuro. Es una de las herramientas más poderosas para transitar el camino hacia la confiabilidad y la excelencia.

Cuando nos enfrentamos a la resolución de cualquier problema de cierta complejidad, con numerosas y diversas instancias componentes, la mente tiende en general a privilegiar ciertos caminos de razonamiento, que inconscientemente nos limitan la exploración de vías alternativas.

Esto en general sucede, porque la dificultad de sostener en la mente abstracciones de cierto tamaño, hace que natural e inconscientemente, tendamos a simplificar el problema. En general la mente trabaja mejor, cuando se ocupa de resolver pequeños problemas, y de a uno a la vez.

El RCA plantea una forma sistemática de desagregar un problema de cierta complejidad, en pequeñas cuestiones más acotadas y sencillas de resolver, asegurando al mismo tiempo una razonable apertura en la exploración de alternativas. La integración posterior de todas estas pequeñas partes, será lo que al final dará la solución al problema completo .

Existen una variedad de metodologías para encarar el análisis, entre ellas:

-El método de los 5 ¿por qué?, el cual es sencillo pues plantea la repetición de una pregunta con el objetivo de identificar todas las hipótesis posibles de generación de

la falla. Esta metodología abre diferentes alternativas de análisis que luego se deben ordenar y agrupar de tal manera de poder profundizar el análisis.

-El método del árbol de fallas (FTA-Fault Tree Análisis) es un análisis cualitativo (se puede hacer cuantitativo) de los eventos o sucesos de fallo, es una descomposición de sucesos complejos en otros (escalonadamente más sencillos) hasta llegar a sucesos básicos (de sencillez máxima) que pueden considerarse como causas iniciadoras. La descomposición se hace dejando establecida la estructura (árbol de fallas-Fig.5-7) que representa las relaciones (causa-efecto) y las interacciones entre sucesos.

Ref: Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras-J. M. Storch De Gracia. El Análisis de Fallas con Diagramas de Árbol -HS02-015B (9-06)- El Centro de Recursos del Departamento de Seguros de Texas.

El FTA fue desarrollado por ingenieros para mejorar la seguridad de los sistemas de misiles. Entendieron que la mayoría de los accidentes/incidentes resultan de fallas inherentes a un sistema. Un sistema consta de personas, equipo, material y factores ambientales, este sistema realiza tareas específicas con métodos recomendados. Los componentes de un sistema y su ambiente están interrelacionados, y una falla con cualquier parte puede afectar a los demás.

Un evento negativo puede ser un incidente menor o convertirse en un evento grave que podría resultar en lesiones personales o daños a la propiedad/ equipos.

Se usan símbolos lógicos para describir eventos y establecer las relaciones. (Ver Fig. 5-7) .

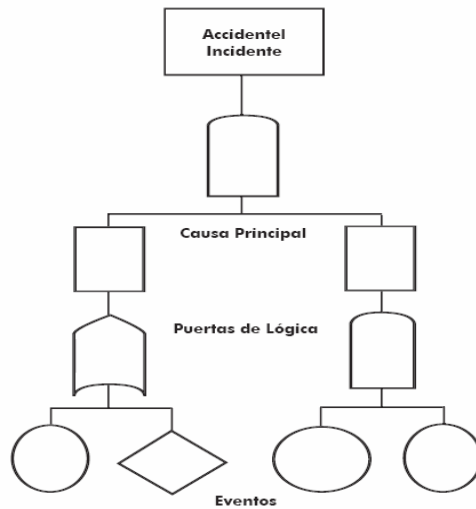


Fig. 5-7-Formato Característico de una estructura de árbol de fallas

La metodología implica conectar las distintas hipótesis de fallas al evento, y de esta forma ir descendiendo en el árbol hasta llegar a encontrar la causa o causas raíces de la falla. Es un sistema muy utilizado en ámbitos de seguridad industrial para determinar posibles orígenes de fallas predeterminadas en análisis FMEA, categorizarlas y poder emprender acciones de mitigación.

El árbol de fallas actúa de base para casi todas las metodologías de RCA, con mayor desarrollo, disponibles en la industria.

-El método PROACT (Robert an Kenneth Latino), es uno de los más utilizados en el mundo para realizar el análisis RCA, el sistema como la sigla lo establece tiene 5 pasos:

PReservar los datos de los eventos.

Ordenar el equipo de análisis.

Analizar los datos.

Comunicar los hallazgos y las recomendaciones

“Tracking” o control y monitoreo de la eliminación de la causa raíz determinada mediante la implementación de las recomendaciones.

Preservar los datos: en cualquier investigación , el analista debe saber que necesita datos que tiene que identificar y coleccionar para poder comenzar el análisis, de aquí que la escena del evento así como los elementos dañados deben ser protegidos para poder tener la información que soportará el análisis.

Ordenar el equipo de análisis: en esta etapa se debe armar el equipo de trabajo, con un facilitador y expertos en la temática , la diversidad del team es importante para obtener distintos puntos de vista y especialidades, esto potenciará el análisis.

Analizar los datos: luego el momento de organizar la información de tal manera de poder comenzar con el análisis, se generó un proceso de recolección y acumulación de datos y ahora hay que ordenar los mismos para poder llevar adelante un análisis lógico.

El proceso reiterativo de plantear hipótesis , tratar de validarlas y llegar a una conclusión son pasos vitales del proceso RCA, finalmente el proceso debería concluir con la identificación de las Raíces Físicas, Humanas y Latentes.

Las Raíces Físicas son aquellas tangibles, que usualmente gran parte de las organizaciones identifican y analizan, de aquí normalmente no se pasa.

Las Raíces Humanas son los errores que el ser humano aporta para la aparición de la falla, estas son indeseables y pocas veces se logran identificar. Todos cometemos errores pero nadie quiere asumirlos alegremente, el equipo de análisis de RCA sufre resistencias fuertes en esta etapa, y el valor agregado de determinar el error humano no es importante ya que se considera que nadie va a cometer un error por maldad.

Las Raíces Latentes son las más importantes para el logro de la mejora continua, porque es en esta etapa cuando se analiza que parte del sistema de gestión no funcionó y permitió la aparición del evento de falla, actuando sobre estas raíces es cuando realmente se reducen las fallas. Pueden ser Políticas de Mantenimiento mejorables, procedimientos , controles, sistemas de entrenamiento y toda la serie de herramientas de gerenciamiento que controlan y eliminan la falla humana.

Como conclusión, es importante determinar la raíz física para poder encausar el análisis y determinar la parte más importante del RCA cual son las raíces latentes.

Los tres niveles de causa

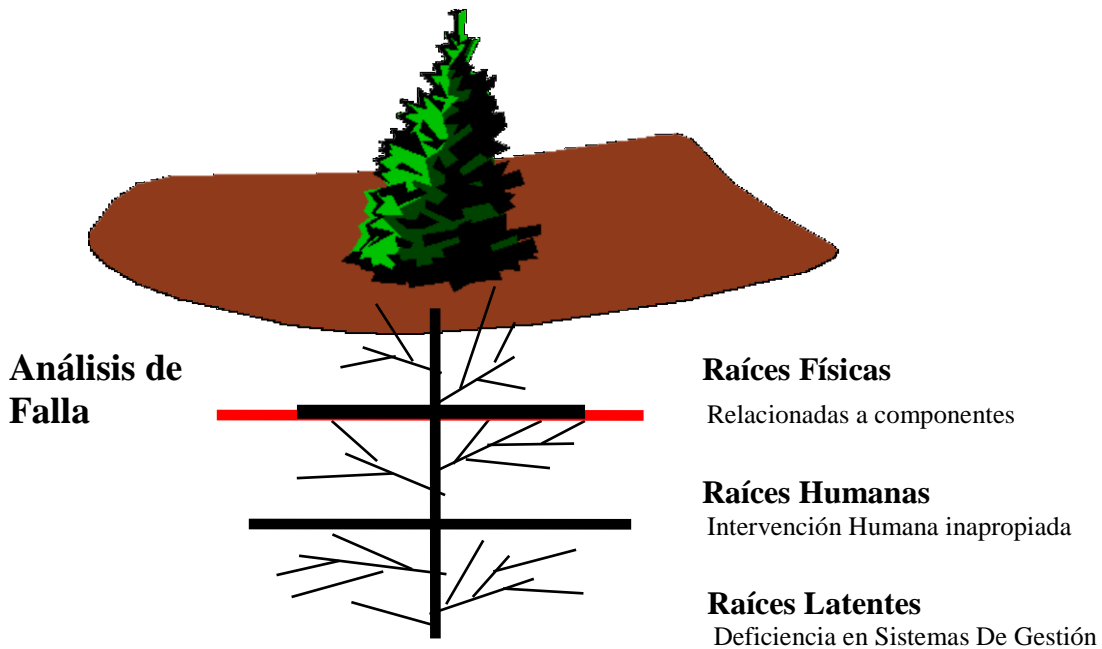


Fig. 5-8

Comunicación , hallazgos y recomendaciones: etapa fundamental , es la parte proactiva del RCA y por ende una de las más importantes para el futuro, es aquí donde comenzamos a solucionar los problemas, a generar innovación y aplicar ingeniería para evitar las fallas.

Monitoreo de resultados: es imprescindible saber si las recomendaciones aplicadas han logrado eliminar o disminuir los efectos de las fallas, es la etapa del seguimiento del equipo para saber si las mejoras fueron efectivas. Estas tres últimas etapas , son de alto valor para la organización , aunque muchas veces solo se alcanzan las dos primeras.

Las 7 etapas del proceso son :

1. Describir el **EVENTO**

2. Describir los **MODOS**
(Hechos Verificables)

3. Hipotetizar

4. Verificar las **HIPÓTESIS**

5. Determinar y verificar las
RAICES FISICAS

6. Determinar y verificar las
RAICES HUMANAS

7. Determinar y verificar las
RAICES LATENTES

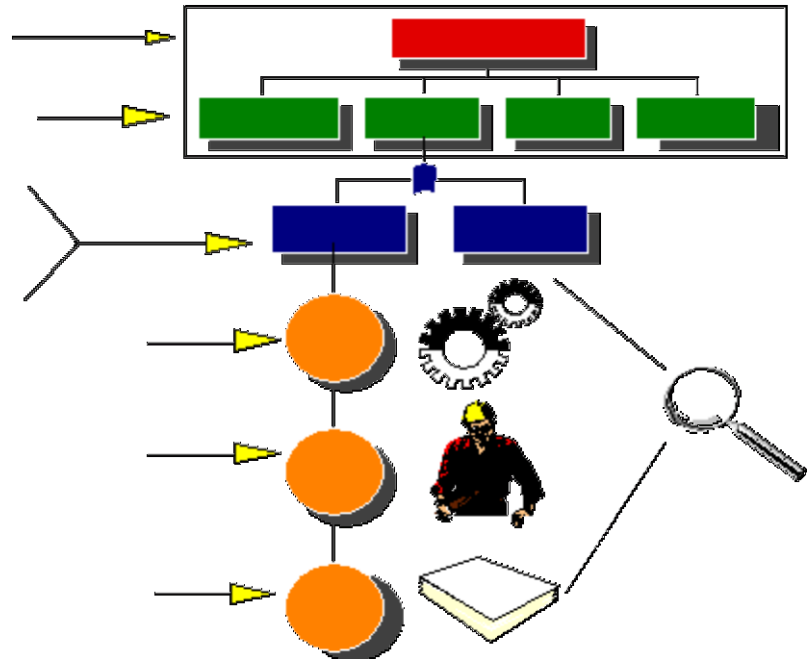


Fig. 5-9

Por supuesto, la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, tiene en este análisis uno de sus más importantes aliados para la lucha contra las fallas.

El RCA es de aplicación obligatoria en cualquier estrategia de Mejora Continua y Excelencia, se debe aprender de los errores y de las fallas para mejorar la gestión y ejecución del mantenimiento.

Ref.: Root Cause Analysis-Improving Performance for Bottom-Line Results.

(Robert J. Latino and Kenneth C. Latino-2002)

5.3.9 Otros Análisis Proactivos

El RBI (Reliability Based Inspection) basado en las Normas API 579, 580 y 581 es una de las herramientas más utilizadas para generar Políticas de Activos de Equipos Estáticos, en el mismo se analizan detalladamente los modos de fallas posibles de acuerdo al tipo de equipo, flúidos, parámetros operativos, materiales constitutivos, etc. Es un análisis muy especializado y desarrollado, que puede ser aplicado mediante el uso de la Norma.

Tiene como resultado final la categorización de equipos de acuerdo a su nivel de riesgo y genera políticas de inspección que tratan de minimizar los mismos, es similar al caso del FMEA, pero de una profundidad de análisis muy importante y detallada.

Es una herramienta insustituible para lograr Integridad Mecánica, Confiabilidad y Disponibilidad de equipos estáticos.

5.4 Confiabilidad y Disponibilidad

Estos fueron los dos conceptos que tratamos de abordar en este capítulo, paradigmas, filosofías, estrategias y herramientas fueron parte del mismo, como una introducción a estos componentes claves de los Activos Físicos de las Plantas Industriales, la Confiabilidad y Disponibilidad de los mismos para “PRODUCIR”.

La sencillez de estos conceptos oculta los grandes desafíos industriales ya que es extremadamente complejo lograr niveles elevados de estos parámetros en Plantas Productivas de alta complejidad y diversidad extrema de sus Activos Físicos, Sistemas de Control y Protección asociados, y por supuesto si le agregamos el principal condimento cual es el elemento integrador del todo , el Ser Humano.

Hay infinidad de proyectos que han incursionado en este desafío, esfuerzos humanos, económicos y financieros incalculables, se ha evolucionado y aparecen nuevos desarrollos, pero en definitiva mas allá de todas las posibilidades tecnológicas que tenemos hoy en día, el desafío sigue siendo para el Ser Humano, él es el dueño de los éxitos y de los fracasos y cuanto antes se de cuenta de esto, antes estará en capacidad de evolucionar.

Actualmente gran parte de las metodologías presentadas en este capítulo están siendo integradas en sistemas de gestión de última generación que a su vez interactúan con los sistemas de gestión de Operaciones. Estos integradores ensamblan plataformas de Gestión de los Activos que contienen herramientas de gestión de activos, de análisis económico, de decisión , de modelado estadístico, de sistemas integrados de seguridad, de análisis de riesgo, de confiabilidad, benchmarking, etc, que cumplen y aplican las normativas internacionales en la materia, generando una herramienta compacta que utiliza los datos Técnicos del Activo y su Historia para soportar y apuntalar todo el proceso decisorio.

Ejemplos claros son las plataformas de ARMS, MERIDIUM, etc , que permiten una gestión integral de los Activos Físicos a través de un manejo estructurado y sistémico, con variedad de Herramientas y Normas que son la base para la Gestión del Riesgo de los Equipos Productivos, contar con estas plataformas resulta una ventaja

comparativa importantísima no solo para las áreas productivas sino que hoy en día las Compañías de Seguros Internacionales las reconocen como elementos de excelencia para el manejo de los Activos Físicos.

La idea de este capítulo es posicionar al interlocutor en la problemática para tratar de resolver la misma desde el concepto de la gestión, ya que el mejor modelo de Gerenciamiento de Activos Físicos evidentemente no se producirá desde el conocimiento de especialistas puntuales, sino de generalistas con conocimiento que puedan reconocer las sinergias de todas las experiencias mundiales y desarrollar una idea que permita gestionar la actividad aprovechando todos los beneficios de las diferentes tácticas y estrategias, esto por supuesto se debe resolver a nivel de un proceso de gestión que contemple la estructura organizacional requerida, recursos humanos y técnicos, presupuestarios y todos los componentes que requiere un equipo de trabajo dedicado a la problemática, o sea estos conocimientos básicos no hacen mas que construir el fundamento del Modelo.

CAPITULO 6

Mantenimiento Basado en la Ingeniería

“Hoy en día, las tecnologías de monitoreo de condición, asociadas al control y protección automatizado (electrónico) de equipos de proceso, superan las expectativas técnicas en cuanto a capacidad de diagnóstico, operación, protección y análisis de fallas se refiere, estableciéndose necesariamente el requerimiento de un exhaustivo análisis de *criticidad-costo-beneficio* para establecer el alcance de su aplicación”

6.1 La Ingeniería de Mantenimiento/Confiabilidad y el Trabajo en Equipo.

Este condicionante resulta primordial a la hora de presentar un proyecto de mantenimiento de excelencia, apareciendo por primera vez la figura de la “Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad”, como un ámbito de soporte fundamental al momento de modernizar el Mantenimiento Industrial y adecuarlo a los requerimientos del ambiente productivo actual y futuro.

Mantenimiento paso de ser un ámbito de trabajos programados, con tareas y funciones perfectamente preestablecidas, a un sector dentro del proceso productivo con variadas e importantes responsabilidades sobre la “Capacidad de Producción”, este nuevo rol exige de sus integrantes versatilidad, habilidades técnicas y de conducción, disponibilidad de tiempos, actitud proactiva, especialización, capacidad de análisis, capacidades interpersonales, espíritu de superación constante, de reacción positiva ante la emergencia y la adversidad, y otras.

Es evidente, que Mantenimiento requiere en la actualidad personal altamente calificado, para poder acompañar los desarrollos tecnológicos, más que nunca necesita incorporar conceptos básicos de Calidad, y hacerse algunas preguntas fundamentales:

- ¿Quiénes son nuestros Clientes internos y/o externos?
- ¿Cuántos son?
- ¿Que quieren?
- ¿Como lo quieren?
- ¿Cuales son sus expectativas implícitas en cuanto a nuestro trabajo?
- ¿Existe “feed-back”?
- ¿Cuál es nuestra interacción con el Medio Ambiente?
- ¿Existe Seguridad Operativa?

y para mantener y avanzar en nuestro proceso de mejora continua:

- ¿Quiénes son mis proveedores?
- ¿Qué recibo de ellos?
- ¿Cumplen mis exigencias y me aportan nuevas ideas?
- ¿Cuales son mis expectativas implícitas?
- ¿Existen canales de comunicación bidireccionales?
- ¿Sus acciones tienen en cuenta el Medio Ambiente y la Seguridad Operativa?

A partir de los cuestionamientos expresados, debemos adecuar nuestras capacidades intelectuales y humanas al logro de objetivos de Calidad en el Servicio de Mantenimiento, Mejora Continua y aseguramiento de la “Capacidad de Producción”.

La concepción del mantenimiento como un tarea de Ingeniería revolucionó el sector y lo puso a la altura de los acontecimientos, pero como todo cambio, generó dificultades, ya que el recurso tecnológico estaba pero no así el humano que llevaría adelante las transformaciones, aparece la necesidad de recursos humanos con actitudes y aptitudes muy especiales.

Nuevamente, se nos presentan elementos básicos a tener en cuenta para soportar la Filosofía de “Confiabilidad y Mejora Continua”; el Mantenimiento Industrial moderno, debería originarse como dijimos, en un profundo análisis de Ingeniería para su desarrollo y aplicación, el cual necesariamente requiere dos ingredientes básicos:

1-El Ingeniero de Mantenimiento y Confiabilidad: ya que sus conocimientos profesionales, posibilitarán alcanzar los niveles de desarrollo técnico/tecnológico necesarios, para mantener equipos de un altísimo grado de complejidad.

2-El Trabajo en Equipo: como consecuencia de desafíos, condicionantes y necesidades establecidas por el entorno, el cual está signado por Activos que presentan variedad y cantidad de componentes que abarcan todo el espectro cognitivo ingenieril, y un marco económico desafiante, lo cual eleva sustancialmente los requerimientos para el logro de eficiencia y eficacia en cualquier gestión.

Ref.: El Ingeniero de Mantenimiento-ISO 9000 e ISO 14000 -Revista Mantenimiento-Chile.(Milton Augusto Galvao Zen-1998)

6.1.1 El Ingeniero de Mantenimiento y Confiabilidad:

Es aquí donde nos preguntamos que requisitos debe cumplir el Profesional de Mantenimiento en la actualidad, apareciendo ciertas cualidades humanas y profesionales inherentes e imprescindibles:

Flexibilidad: el nuevo profesional deberá estar abierto a nuevas ideas y conceptos, independientemente de su origen técnico. Se empeñará en aprender siempre y estará listo para cuestionar las ideas y sistemas preexistentes.

Creatividad: en el actual medio empresarial, se nota ampliamente la necesidad de ser creativos para poder seguir la velocidad de los eventos sociales, políticos, económicos, culturales y simultáneamente, ser capaces de visualizar el futuro.

Necesitamos estimular la capacidad creativa de manera de generar procesos de cambios en las organizaciones, en el comportamiento de los profesionales, además de estar dispuestos para una consecuente ruptura de paradigmas y la formulación de predicciones. La creatividad es un factor importante en la distinción de los procesos y procedimientos.

Amplitud y Profundidad: El nuevo profesional debe ser multifunción, entender y adaptarse a las diferentes funciones, sin descuidar la especialización que soportará su desenvolvimiento técnico.

Respeto: el respeto mutuo debe ser bandera del desarrollo profesional, el aporte desinteresado de experiencias y conocimientos técnicos hacia pares, superiores y personal de menor capacidad técnica e intelectual, permitirá el desarrollo de profesionales respetuosos y respetados, generadores de seguridad en la toma de decisiones a través de su aporte a las mismas.

Voluntad: factor fundamental, sobre todo en ámbitos de continuos y nuevos desafíos, como puede ser el Mantenimiento Industrial, la misma debe ser férrea y superadora de limitaciones y condicionantes del entorno. No buscar el acomodamiento de posiciones y tener determinación para establecer un proceso de mejora continua, son vitales a la hora de alcanzar objetivos de excelencia.

Espíritu de Equipo: la diversidad de desarrollos tecnológicos y administrativo-estratégicos, hacen que una sola persona no pueda lograr sus objetivos profesionales y personales, sino es a través de un equipo multidisciplinario y compacto que acelere la velocidad de respuesta y mejore la calidad de las decisiones. Hoy en día no es posible concebir, debido a los desafíos del entorno, la realización de un trabajo unipersonal que puede tener algún éxito puntual, pero que no obtendrá beneficios duraderos en el tiempo.

Liderazgo: la capacidad de liderar mediante el conocimiento y las cualidades humanas, pasó a reemplazar el verticalismo y autoritarismo de otros tiempos, el profesional de hoy debe ser capaz de interactuar, aportar y liderar el proceso de cambio e innovaciones continuas. Comprometerse con filosofías, ideas y objetivos y creer en las transformaciones beneficiosas, son aportes que el Ingeniero de Mantenimiento y Confiabilidad debe mantener con continuidad para el crecimiento de la gestión. El “**liderazgo situacional**” pasa a ser vital a la hora de la toma de decisiones, el Ingeniero debe exponer sus aptitudes y actitudes en momentos de tensión y sucesos no esperados que requieren la aplicación de todas sus cualidades técnicas y humanas.

Etica: el profesional de la Ingeniería, debe hoy más que nunca ser abanderado del comportamiento humano regido por leyes morales, de la ética, de valores y reglas sociales, las cuales permiten el desarrollo sustentable de la sociedad, y aseguran el cumplimiento de deberes y el mantenimiento de derechos irremplazables para cualquier organización humana que pretenda perdurar y progresar en el tiempo. Al igual que el respeto, la ética es el soporte de la gestión y ejecución exitosa del Mantenimiento Industrial.

Reconocimiento: esta, más que una cualidad inherente al hombre de Mantenimiento, es una necesidad del mismo para alcanzar y cubrir sus propias expectativas. Es necesaria una política empresaria destinada a recompensar a los destacados, y un continuo reconocimiento del entorno a los líderes grupales que absorben y manejan riesgos, y que aceptan y conviven con el error, para a través del conocimiento de su existencia, desafiar modelos mentales y avanzar hacia la mejora continua.

Disposición Total y Visión Global: es indispensable entender que todas las variables del entorno afectan nuestra actividad, no podemos más decir “eso no me interesa” o “eso no me concierne”, debemos abrir nuestra mente y estar preparados para los desafíos, y alertas a la posibilidad de cambiar nuestra actividad, para su eficientización.

El profesional de Mantenimiento debe estar informado y en contacto con los desarrollos estratégicos de punta.

Capacidad de Decisión en la Emergencia: debemos saber convivir con la inseguridad y velocidad del cambio, y tratar de lograr un proceso decisorio consistente en el dificultoso medio ambiente actual.

Habilidades de Comunicación: el profesional debe tener gran habilidad de comunicación, para llegar con sus ideas y conceptos, a los recursos humanos estratégicos que potenciarán la gestión, el correcto manejo de las relaciones interpersonales es vital en este punto. Por otro lado, deberá utilizar esta capacidad para explicitar claramente los objetivos de su ámbito a los ejecutivos de la empresa, y de esta manera lograr el entendimiento de los mismos sobre la importancia de la realización de un Mantenimiento de Excelencia, ya que el mismo requerirá recursos que se deben lograr mediante demostraciones contundentes de los beneficios de su implementación.

Discernimiento: vital para establecer prioridades ante eventos simultáneos, evaluando la relevancia de los mismos y estableciendo las reacciones decisorias ideales según necesidad.

Dominio de la Tecnología: los conocimientos ingenieriles, deben servir de base para comprender los procesos de cambios tecnológicos, de tal manera de entender y aplicar las herramientas que efficientizarán y optimizarán la gestión de mantenimiento.

Buenas Condiciones Físicas y Emocionales: los niveles de “stress” de la actividad, al ser el Ing. de Mantenimiento y Confiabilidad depositario de responsabilidades fundamentales sobre los Activos Físicos de la Compañía, sumado al ambiente de cambios económicos, sociales, laborales, tecnológicos, culturales que se desarrollan en su entorno, evidentemente requieren además de capacidades intelectuales y personales, una actitud vital que demanda un estado físico y emocional adecuado a los desafíos.

Capacidad de Delegar: importantísima aptitud que permite compartir el trabajo y focalizar el esfuerzo sobre el control global de las estrategias y problemáticas críticas.

Capacidad de reconocer cuando el Ingeniero es superado: este tema pasa a ser definitorio a la hora de solucionar problemas crónicos que implican graves consecuencias para la instalación, equipos, seguridad operativa, medio ambiente, producción, etc. Es indudable que a todo profesional le cuesta ser superado por algún suceso técnico que debería saber solucionar, pero esto se convierte en un gran error si es llevado al extremo de no requerir ayuda, ya que es necesario saber que la Ingeniería abarca infinitos ámbitos de nuestro trabajo diario y el Ingeniero debe saber recurrir al Especialista cuando las contingencias lo requieran.

6.1.2 El Trabajo en Equipo:

La evolución del trabajo en los últimos años, ha inducido cambios en las formas de afrontar los desafíos que actualmente se presentan en el ámbito laboral.

La velocidad, confiabilidad y volumen de las comunicaciones, la generación constante de nuevas tecnologías y el necesario conocimiento para su utilización, la optimización y eficientización de Recursos Humanos y Técnicos con objetivos de supervivencia, la aplicación de las ciencias sociales y humanas al fortalecimiento de las organizaciones, la búsqueda continua de eficiencias que exige el mercado globalizado en que vivimos, son algunas de las variables que afectan profundamente el transcurrir de cualquier organización actual.

A través de los tiempos el ser humano se adapta a las condiciones que le toca vivir, muchas veces sin saber hacia donde se dirige, aprendiendo de los errores y aciertos de los que nos preceden. Si nos retrotraemos a unos años atrás, por lo menos en lo que respecta a mi profesión, las especializaciones estaban al orden del día, el aprendizaje individual y la aplicación de los conocimientos adquiridos en problemáticas puntuales, daban un gran estatus al poseedor de estos conocimientos. Claro que los

especialistas, interactuaban con generalistas o conocedores de la problemática global, estos finalmente con la ayuda del especialista establecían soluciones duraderas.

Entonces, ¿Hacia dónde evoluciona el trabajo actual?, es un interrogante que me gustaría esclarecer con un simple ejemplo. Durante nuestra infancia y adolescencia el médico de familia o clínico resolvió gran parte de nuestros inconvenientes de salud de la mejor manera posible, basándose en el conocimiento personalizado de la salud, las especialidades medicinales llegaron para resolver muchos inconvenientes que superaban al profesional, llegó un momento en que todas eran especialidades y prácticamente desapareció la figura del médico clínico. Hoy en día, nuevamente se revaloriza la acción del conocimiento personalizado del paciente, su historia clínica adquiere carácter de fundamental y la medicina parece tender hacia una convivencia entre las especialidades y el conocimiento general.

Este camino recorrido, es muy similar al establecido en ámbitos de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad al cual pertenezco, nuestro primer objetivo era especializarnos, con el tiempo nos dimos cuenta que los conocimientos generales son también importantes a la hora de la aparición de problemas y la búsqueda de soluciones, ni hablar del conocimiento histórico del funcionamiento de las máquinas.

Hoy en día, un profesional se debe especializar, pero sin perder de vista el contexto, y sobre todo debe tener una gran capacidad de interactuar con otros especialistas y generalistas sin cuyo aporte es imposible resolver las problemáticas con la celeridad y certeza que requieren los desafíos actuales.

Si sumamos a lo dicho, la impresionante generación de información al alcance de la mano, el necesario filtro que se debe establecer para adquirir lo útil y desechar lo descartable, y la creación constante de nuevas soluciones tecnológicas provenientes de diferentes ramas del conocimiento, obligan a pensar en soluciones grupales donde los distintos actores aportan sus conocimientos y experiencias, las cuales debatidas en ámbitos de equipos de trabajo generan rápidas y efectivas respuestas al sin fin de problemáticas que se presentan diariamente en la Empresa.

Nadie se hubiera imaginado estas necesidades en épocas pasadas, donde el medio ambiente al cual pertenecían las organizaciones, permitía estructuras formales

basamentadas en rígidas supervisiones que acaparaban todas las decisiones y aseguraban la realización de las tareas previstas, siendo los recursos humanos herramientas de trabajo las cuales se utilizaban para realizar una labor predeterminada, que conocían a la perfección.

“Eran épocas de mercados relativamente poco movidos y poco comunicados. Había que hacer siempre lo mismo y, a lo sumo, más de lo mismo.” (Ernesto Gore ; Manual para el desarrollo empresario- Líderes del tercer milenio)

Hoy en día la vorágine del trabajo actual, sumada a las reducciones de personal en pos de la eficientización de los procesos y la reducción de costos (más allá si se está de acuerdo con estas políticas o no), requiere la interacción de todos los recursos humanos de una Compañía y el involucramiento de los mismos en las decisiones continuas que se toman en el ámbito laboral.

“La empresa es un ámbito de contacto y de interacción para generar ideas y ponerlas en acción” (Ernesto Gore ; Manual para el desarrollo empresario- Líderes del tercer milenio)

La necesidad de trabajo en equipo se percibe diariamente, y es percibida también por los estamentos superiores de cualquier Compañía líder o no, que pretende superar escollos y mantenerse vigente.

“Los renovadores emplean constantemente expresiones como trabajo en equipo y confianza. Son inflexibles en cuanto a combatir la politiquería en la oficina y la lucha por el poder, lo mismo que en cuanto a derribar las barreras nosotros/ellos que paralizan la acción.” Robert Waterman- The Renewal Factor, Bantam Books.

El contexto donde desarrollo actividades no escapa a las consideraciones realizadas, las personas por sí solas trabajan cada vez más interactuando y generando soluciones equipistas a problemáticas de dificultad creciente, a pesar de años de culturización en otras metodologías laborales.

Algunos puntos salientes experimentados sobre el tema son:

- ◆ Observación de la necesidad de trabajo en equipo ante la reducción de personal; y por otra parte la profundización de las especializaciones, las cuales necesariamente requieren de la participación de equipos interdisciplinarios para la resolución de problemas y eficientización de tareas.
- ◆ La saludable experiencia de debatir las problemáticas, lo cual trae aparejado, en la inmensa mayoría de las oportunidades, ideas innovadoras, que optimizan la toma de decisiones.
- ◆ La diversidad de frentes de tormenta , que presenta hoy en día el trabajo diario, cuya resolución hace a la supervivencia de las organizaciones. La celeridad, eficiencia y eficacia que requiere la toma de decisiones en la actualidad, hacen que muchas veces equipos de trabajo presenten visiones ampliadas del entorno en el cual se desarrolla la organización permitiendo la toma de decisiones con mayor fluidez que si una sola persona tuviera que resolver la gran cantidad de inconvenientes que se presentan.
- ◆ La dificultad que implica adaptar los intereses propios y convertirlos en grupales y de la organización, sobre todo en grandes Compañías donde la aparición de pequeños problemas y su no resolución parecen que no complicarían la existencia de la misma, algo muy lejano a la realidad. Las personas muchas veces hacen prevalecer sus propios intereses a los de la organización, cuando los inconvenientes que no resuelven no parecen tener un horizonte de complicación para las mismas.
Con frecuencia la suma de pequeñas falencias y la desatención de las mismas, se convierten en enfermedades crónicas de las organizaciones, que al enfrentar desafíos de mayor envergadura , lo hacen sobre bases endebles, cuando se dan cuenta es tarde.
- ◆ Mi necesidad personal de lograr adaptación al trabajo en equipo, y las dificultades que ello representa, ante el requerimiento de aprender a ceder posiciones y alcanzar

equilibrio en las discusiones, con la idea del logro de objetivos comunes. El gran cambio que significa años de culturas individualistas a culturas de colectivismo, lo cual en nuestro país sobre todo por situaciones de coyuntura pienso que acentúan las dificultades del proceso.

- ◆ La reconfortante sociabilización que se produce con la formación de equipos en el ámbito laboral, en el cual pasamos una parte importante de nuestra vidas.
- ◆ La firme convicción que el individualismo puede obtener resultados en el corto plazo, que es indispensable la existencia de líderes desafiantes y orgullosos con algún rasgo de egoísmo, ya que esto se convertirá en un componente más del motor del desarrollo, pero que adquiere carácter fundamental el aporte del equipo para el éxito duradero y continuado en el tiempo.

Influencia de factores Culturales:

*Ref.: *-Trabajar en Equipo para triunfar. (Richard Y. Chang-1994)*

-Comportamiento Organizacional. (Hellriegel-Slocum-Woodman-1998)

-Psicología de la Organización. (Edgar H. Schein-1982)

Dos factores culturales básicos influyen sobre la aceptación, utilización y formación de equipos y grupos de trabajo: el **Individualismo** y el **Colectivismo**.

Existen países como China y Japón, en los cuales el uso de equipos es una extensión natural de los valores culturales, las civilizaciones occidentales por el contrario resaltan la singularidad y la importancia de la persona.

El concepto de cultura representa la influencia fundamental sobre la forma en que nos adaptamos o no a las nuevas formas laborales, desde la culturización que recibimos como sociedad perteneciente a una Nación hasta la cultura de Empresa, la cual adquirimos en nuestro trabajo diario, todas tienen su influencia en nuestro pensamiento y en nuestras acciones.

Es por lo expresado que resulta interesante plantear algunos conceptos básicos que den significación a lo colectivo y a lo individual:

- ◆ “El *Individualismo*, significa ser diferente y separarse de los grupos, enfatizar en las metas personales, y mostrar poco interés y vinculación emocional con los grupos. En las culturas que fomentan el individualismo se espera que los empleados actúen sobre la base de sus metas personales e intereses propios. Esta convicción cultural puede provocar, y con frecuencia lo hace, incertidumbre respecto a la influencia de los equipos y los grupos en las organizaciones”.
- ◆ “El *Colectivismo*, significa formar parte integral del grupo, subordinar las metas personales a las del conjunto, mostrar preocupación profunda por el bienestar de la agrupación y sentir intensos vínculos emocionales con los demás participantes. En las culturas que fomentan el colectivismo por el contrario, la incertidumbre gira en torno de la influencia de la asertividad potencial del individuo en los equipos”.

De ambas tendencias o maneras de transitar la vida, a pesar del gran adelanto en el uso de equipos y grupos de trabajo visible en nuestra sociedad y en los ámbitos laborales, es muy evidente que nuestra cultura tiene un gran porcentaje de individualismo sobre el colectivismo, lo cual a la hora de trabajar mancomunadamente genera conflictos, incertidumbres, rechazos y un natural menosprecio por los beneficios potenciales que el trabajo en equipo podría producir.

Un *equipo* es una forma de hacer las cosas, orientada a la tarea (propósito-acción-resultados), a las necesidades del cliente y de la organización, a la generación de valor, en el que la gente se necesita recíprocamente para poder hacer, y la empresa necesita a la gente tanto como la gente necesita a la empresa.

Un *equipo* es un grupo de personas que tienen un proyecto común, por el que se sienten y son responsables, que se beneficiarán si tienen éxito, y deberán enfrentar las consecuencias si se equivocan. Los beneficios y las consecuencias pasan por aspectos laborales y profesionales, más que por posibles castigos organizacionales. Si tienen

éxito, serán profesionales más hábiles, con mayor capacidad para aceptar nuevos desafíos, enfrentar relaciones personales complejas, resolver sus problemas, enfrentar sus errores, y no creer en sus aciertos para siempre. Si fracasan significa que la inacción no tiene premio, que estancarse no les sirve para nada de lo que se proponen , y que evitar el conflicto no les da tranquilidad.

****El trabajo en equipo produce la agrupación de personas diferentes; con capacidades, aptitudes y actitudes diferentes, de aquí la importancia sobre la idea de complementarse que significa el trabajo en equipo, pues si fueran idénticos los miembros, se entra en una zona ciega donde existe un acuerdo generalizado constante, mermando la fuerza generadora de ideas del equipo y por lo tanto su producción en general.***

Ref.: -Comportamiento Organizacional. (Hellriegel-Slocum-Woodman-1998)

-Psicología de la Organización. (Edgar H. Schein-1982)

Existen gran variedad de equipos según necesidades, pero uno muy interesante y adaptable a las funciones de Mantenimiento sería el:

Equipo con funciones cruzadas: reúnen los conocimientos y las habilidades de personas de distintas áreas de trabajo, para identificar y solucionar problemas mutuos.

Los integrantes salen de varios departamentos o funciones , hacen frente a los problemas que atraviesan líneas departamentales y funcionales, y se desintegran luego de solucionar los problemas o de alcanzar los objetivos fijados.

Estos equipos, me resultaron muy interesantes debido a que involucran los conocimientos de varias especialidades al servicio de la organización. De esta manera son capaces de mejorar la calidad y aplicar nuevas tecnologías, reunirse con proveedores y clientes para mejorar los servicios y costos de producción, mejorar el producto final, analizar e implementar nuevos proyectos, etc.

Un ejemplo innovador fue el utilizado en el desarrollo del Avión 777 de BOEING, esta Compañía hizo un amplio uso de este tipo de equipos, creando grupos

especializados de diseño-construcción los cuales se centraron cada uno en un elemento específico del avión; por ejemplo alas , fuselaje, sistemas hidráulicos , sistemas de control, sistemas eléctricos, etc. Los integrantes fueron reclutados de distintos sectores o áreas funcionales, luego los equipos se coordinaron mediante equipos de integración que incluyeron niveles más altos de la administración.

Hasta ese momento los Ingenieros de Diseño realizaban el mismo, y trasladaban la responsabilidad de la construcción a los integrantes de Operación y Producción, la nueva metodología trajo como consecuencia el involucramiento de los diseñadores en el seguimiento de la construcción, y el aporte de producción y operaciones al diseño.

Las distintas experiencias funcionales aplicadas al desarrollo del proyecto, desde el principio, mejoraron los tiempos de realización, y la calidad y costos de construcción.

Como observamos es muy similar a ámbitos de Mantenimiento, donde una misma máquina presenta incumbencias asociadas a Electricidad, Electrónica, Mecánica, Instrumentación, Aislación, Cañerías, etc, pasando por Operaciones y Producción, y la única forma de solucionar los problemas se produce desde la concepción del trabajo en equipo.

La utopía de la organización como un gran equipo, resulta muchas veces un objetivo soñado y muy difícil de plasmar en la realidad. Aún así, muchas Compañías han logrado equipos de alto desempeño que influyeron e influyen profundamente sobre el desempeño organizacional (Microsoft, Honeywell, Boeing, Texas Instruments, etc.). Como se puede ver, Empresas líderes han encontrado en este sistema de trabajo, importantes adelantos y beneficios.

****Entre las ventajas del trabajo en equipo podríamos mencionar: la combinación de talentos; el aporte de creatividad, innovación, transformación; la obtención de mayor cantidad y mejor calidad de información; distintas perspectivas de análisis; mejora en la calidad de vida de sus miembros (responsabilidades compartidas, enriquecimiento del cargo, mayores conocimientos al alcance, etc); flexibilización de estructuras rígidas; entorno motivador y otras.***

Ref.: -Comportamiento Organizacional. (Hellriegel-Slocum-Woodman-1998)

-Psicología de la Organización. (Edgar H. Schein-1982)

Estos equipos de alto desempeño, normalmente son los líderes del desarrollo y el cambio, ejemplos muy visibles existen en la medicina, donde por ejemplo, un líder carismático y brillante como el Dr René Favaloro, generó una Fundación soportada en un eje fundamental con claras connotaciones éticas y morales, que reposicionó el sentido humano en la medicina de nuestro país y generó un desarrollo profesional de nivel mundial, con recursos escasos e infinidad de problemas, pero logrando superar las dificultades, hoy la institución es reconocida en el mundo. Su líder pagó un altísimo precio por su osadía de desafiar a todo y a todos, pero nos dejó una visión clara del camino a recorrer para alcanzar los más altos niveles del conocimiento profesional, y para la obtención de resultados superadores en la actividad, tal es así que muchas personas en el mundo deben hoy su vida a este líder y su grupo, que desafiaron los modelos mentales y supieron trascender fronteras y políticas en pos del bien de la humanidad.

Una organización de Mantenimiento de Excelencia, debe tener coraje para superar barreras, profesionalismo para entender y solucionar problemas, ética y moral para entregar todo con la mayor Integridad y Honestidad intelectual y humana, y al fin un gran compromiso con la tarea y los resultados para alcanzar logros de clase mundial.

6.2 Origen y desarrollo de la Organización de Mantenimiento

El Ingeniero de Mantenimiento y Confiabilidad, junto a la necesidad de Trabajo en Equipo, son dos componentes fundamentales para comenzar a pensar en una estrategia de “Mantenimiento Basado en la Ingeniería”. Pero para entender el desafío de “mantener”, debemos conocer desde sus orígenes el ¿por qué? y el ¿cómo? se genera la necesidad, de esta manera sabremos comprender la misma y establecer la mejor estrategia para enfrentarla.

Para entender que Modelo de Mantenimiento debemos desarrollar e implementar, necesariamente tenemos que introducirnos en el origen y desarrollo de la actividad en cualquier Industria Química, Petroquímica, del Gas, etc, en la actualidad.

6.2.1 Etapas típicas del desarrollo de una nueva Unidad de Negocios Productiva

Para situarnos en el caso que nos compete, es necesario desglosar sintéticamente el camino recorrido por cualquier empresa desde sus inicios operativos, para ello evaluamos seis etapas o hitos fundacionales de una organización de Mantenimiento Industrial:

1-El inicio de la actividad, marcará el hito de arranque del equipo de Mantenimiento, pero el nacimiento de la Planta se gesta durante la etapa de análisis de la inversión, de la generación del proyecto, del diseño de los componentes de la Instalación, de su Ingeniería de detalle y de su ejecución.

Todas estas etapas resultan fundamentales para la vida futura de la Planta, al igual que el ser humano las instalaciones presentan enfermedades genéticas, mortalidad infantil, vicios ocultos que al momento de la puesta en marcha aparecen en forma de inconvenientes varios que serán muy pero muy difíciles de solucionar, y en el mediano plazo requerirán modificaciones, reemplazos, mejoras, aparecerán problemas crónicos con altísimo costo asociado, de aquí uno de los conceptos vitales de la Ingeniería de

Mantenimiento y Confiabilidad, cual es el “Costo Total del Ciclo de Vida del Activo” , que luego veremos en forma detallada.

Conclusión 1: la Calidad de la Instalación y sus Equipos componentes, definirán la Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad de los mismos, para el logro productivo futuro buscado con la gestación del proyecto.

2-La realidad, es que el capital multinacional que normalmente soporta las inversiones iniciales más importantes en nuestro país, requiere, por el entorno analizado anteriormente, una rápida recuperación en el corto y mediano plazo, los montos son muy importantes y muchas veces este dinero pareciera que no es el suficiente para lograr calidad en todas las áreas de la nueva Instalación, pasa que en muchas oportunidades las decisiones del proyecto son tomadas sin tener en cuenta los resultados futuros, sino solo mirando costos y cumplimientos de hitos del proyecto, reina la frase “los problemas futuros los solucionarán otros”.

Los proyectos llave en mano agudizan los problemas de calidad, aunque parece que en primera instancia favorecen la ejecución del mismo porque un tecnólogo se hace cargo de todo, cuando llegan los propietarios operadores, los vicios ocultos se tornan inmanejables y el riesgo de daños de arranque crece exponencialmente; al “paquetizador”, el futuro operativo no le preocupa demasiado, su objetivo es la culminación del proyecto en tiempo, y en la mejor forma posible, es su negocio.

A su vez , los fabricantes de equipos venden los mismos a los paquetizadores, y estos combinan diferentes marcas, orígenes y diseños, realmente se generan híbridos que dificultan en forma extrema las primeras acciones de Mantenimiento, pues no se encuentran responsables y especialistas del todo.

Debido a esto, si no existe una estructura técnica en la nueva Compañía, que conozca debidamente los equipos, se tardará más tiempo en reconocer y resolver las problemáticas de origen.

Otra vez aparece un concepto fundamental, “Costo Total del Ciclo de Vida del Activo”, usted no compra un automóvil por su valor inicial, aunque por supuesto esta es una

variable importante, lo hace, especialmente si su capital es limitado, analizando el costo del ciclo de vida que no es otra cosa que los costos de mantenimiento y operativos en el tiempo más el costo inicial, en suma el costo durante su vida útil, las pérdidas operativas por la no disponibilidad del activo, la calidad de su diseño y fabricación, sus componentes asociados a la seguridad, su eficiencia de consumo y otras.

Una Planta industrial es igual, una mala decisión en la etapa del proyecto se verá reflejada en los costos operativos futuros, de aquí que muchas fábricas automotrices comercializan sus vehículos con garantías de tres años, no están haciendo otra cosa que demostrar un excelente costo total del ciclo de vida del activo, ya que nadie arriesga una garantía tan importante sobre un producto de baja calidad, imagínense que en el primer mundo un automóvil a los tres años se reemplaza.

Por lo tanto, el dueño de la instalación, debe tener una injerencia directa en el contralor del diseño del proyecto y su ejecución, y más importante aún, el futuro Mantenimiento de la Instalación debe ser una cuota parte de la toma de decisiones y debe estar representado en la mesa de negociaciones con el tecnólogo por la futura Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad en todas sus especialidades, esto proveerá a la instalación de los conceptos fundamentales de Mantenibilidad y Confiabilidad, que le permitirán tener un proceso de arranque ajustado y resultados operativos excelentes en el mediano plazo, con una alta Disponibilidad de los Activos Productivos; el otro camino, será un laberinto de decisiones del que se sale con dificultad extrema, y no sin grandísimos costos para los propietarios.

Como podemos deducir, es muy importante en la etapa de proyecto aplicar metodologías como el RCM, RAM, RBI (API 580-581), Normas Internacionales (API; ASME; ISO, etc) para el diseño de la instalación y compra de equipos, esto determinará el perfil de la Planta y por supuesto impactará decididamente en la operación futura.

El diseño de los planes de Mantenimiento de equipos, debería ser generado en el proyecto, a través de Análisis Proactivos asociados a la Ingeniería para la Confiabilidad y la Seguridad Operativa (RCM; RBI; SIL; HAZOP; FMEA, etc), de esta manera se logrará en esta etapa fundamental reconocer posibles errores o mejoras en los diseños que impactarán a futuro.

Conclusión 2: la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, debe estar presente en el diseño y ejecución de los Proyectos, como un ámbito de auditoría de la calidad y soporte de la especificación de equipos. Este recurso será largamente pagado más tarde por los ahorros y ganancias generados durante la vida operativa de la Planta, derivados de esta participación.

3- Definido y ejecutado el Proyecto, al momento del arranque, Mantenimiento dará sus primeros pasos operativos, será fundamental estar preparados para generar la historia de los Activos Físicos, que será el soporte de las actividades futuras del área.

Se ingresará, aunque el proyecto haya sido de Nivel “World Class”, en un tiempo de dificultades crecientes, de ajuste del proceso, de mantenimiento intensivo, de reparaciones y más mantenimiento. La experiencia profesional en esta etapa, es vital para reducir los tiempos de normalización, así como lo será la Calidad de la Instalación. Esta etapa, durará de dos a cuatro años y resultará muy demandante para el hombre de Mantenimiento y Operaciones, por más perfecta que sea la Ingeniería (conviven el tecnólogo, el paquetizador, los fabricantes de equipos, y apareció el dueño de la Instalación a través de sus recursos humanos de operación y mantenimiento), siempre en un proceso realmente complejo, existirán cosas a corregir.

El Proceso Productivo estará en plena etapa de sincronismo y los Ingenieros asociados serán altamente demandados, estos deberían estar dentro del grupo de Confiabilidad.

Conclusión 3: la juventud, la madurez y el conocimiento se deberán combinar en esta etapa para salir airoso de los desafíos, la calidad de la Instalación reducirá los tiempos de normalización, aún así la diversidad y complejidad de los equipos desafiará fuertemente a la nueva Gerencia Operativa de la Compañía.

4- Posteriormente se definirá el Mantenimiento de la Planta, el cual puede ser que conserve indefinidamente características asociadas a las prácticas de las agrupaciones de bomberos controladores de incendios, lo cual seguramente tenderá a la destrucción de la organización y producirá un daño irremediable a la Instalación.

Hoy en día, las organizaciones de mantenimiento en el mundo tratan de superar esta etapa, pues la normativa internacional de Seguros, Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, obligan a reformular los caminos a seguir, a través de directrices de nivel “World Class”.

Aún así, los “mix” organizacionales son la característica dominante y los resultados no son generalmente los deseados, el mantenimiento reactivo domina el escenario con una anticipación de fallas reducida que produce organizaciones desmoralizadas , desmotivadas , todo da igual y siempre se hace lo mismo y más de lo mismo , aunque esto genere errores sistémicos.

Conclusión 4: es clave para la organización de mantenimiento y para la operación en general la etapa de su gestación post-etapa de arranque y estabilización , es en ese momento que se comenzará a definir el perfil organizacional, se comienza a hablar de la aplicación de nuevas tecnologías de mantenimiento, a reforzar la idea de la necesidad de incrementar la Disponibilidad de los Activos Físicos productivos, se comienza a hablar de Confiabilidad y a reconocer la necesidad de profesionalizar el Departamento, la Ingeniería comienza a crecer dentro de la organización de mantenimiento, y a ser un componente central de la actividad, se comienza a generar la Cultura de la nueva organización. A su vez se observa en el horizonte que tan solo con la Ingeniería de Mantenimiento no basta para alcanzar niveles de Confiabilidad de Excelencia, se requieren todas las especialidades y funciones dentro de Operaciones para lograrlo.

5-Hay organizaciones que nunca alcanzan la madurez, pero las que lo logran ingresan en la etapa de:

- Valor.
- Enfoque en Calidad.
- Cambio Cultural.
- Gerencia de Incertidumbre.

Ref. “Estrategias para Gerenciar el Mantenimiento” (María Beatriz Cáceres)

- Valor tiene que ver con dar sentido a las actividades de Mantenimiento, aportar a la Compañía , no solo reparar y reparar , sino reparar , analizar y mejorar para no volver a reparar.

- La Calidad tiene que ver con la sistematización, la procedimentación y el desarrollo de organizaciones soportadas por procesos, tiene que ver con la mejora continua.

- El Cambio Cultural, tiene que ver con que la organización de mantenimiento en sus primeros años de vida, es inminentemente reactiva debido al inicio tumultuoso de las operaciones, la Cultura se formó durante dos o tres años de emergencias y urgencias, todos trabajos para resolver situaciones con rapidez , sin procedimientos, con calidad reducida, se trata de salir adelante y no mucho más.

La etapa del cambio cultural es uno de los hitos fundamentales para el futuro del Mantenimiento Industrial, incluso algunos recursos humanos pueden quedar en el camino, al no tener actitudes o aptitudes para adaptarse al mismo, se generaron héroes de la emergencia, personal con alto prestigio en la organización que no logran insertarse en un nuevo rol, sintiéndose cómodos con el “status quo”. Lentamente la organización se debería transformar en PROACTIVA , esta palabra muy vapuleada y sencilla encierra contenidos fundamentales , ser proactivo en mantenimiento significa anticiparse a los hechos y para eso se requiere:

- Desarrollar estrategias para anticiparse a las fallas .

- Planificar.

- Programar.

- Procedimentar.

- Ejecutar con calidad.

- Analizar las fallas.

- Cambiar el foco de Mantenimiento, de ejecutor a generador de diagnósticos precisos y soluciones de calidad, con daños y paradas menores.

O sea prepararse , anticiparse, evitar los eventos de fallas, en definitiva, agregar valor mediante el logro de Confiabilidad y Disponibilidad de activos físicos e instalación.

- Gerencia de la Incertidumbre, esta componente se desarrolla en un estadio de alto nivel organizacional, y de tinte netamente profesionalizado.

Gerenciar la incertidumbre habla de conceptos estadísticos, vida útil esperada de equipos y componentes, análisis cualitativo y cuantitativo de probabilidades, trabajar sobre supuestos, análisis de sensibilidad, generar proactividad inteligente para dar Confiabilidad a la Planta, y por sobre todas las cosas comienza a aparecer un concepto clave de la Operación Industrial cual es el reconocimiento y análisis sistémico de los “Riesgos” inherentes a la actividad.

Esta etapa requiere conocimientos profesionales, que permitan trabajar con sistemas probabilísticos y análisis sistemáticos que identifiquen los modos de fallas y generen políticas de mantenimiento, se requieren conocimientos técnicos, estadísticos, organizacionales, de sistemas, con profesionales de áreas diversas, con perfiles técnicos, organizacionales y financieros para hilvanar un proceso que llegue a ser positivo para los accionistas.

La quinta etapa es la del conocimiento en acción , y es la de consolidación del Departamento dentro de la Compañía , más tarde o más temprano los resultados operativos marcarán el futuro de la Gerencia de Mantenimiento, normalmente en el área se concentra el conocimiento de la Instalación y por lo tanto es posible que establezca el liderazgo creativo e innovador apuntalando a la Gerencia Operativa. El desafío es mayúsculo, tomar el camino equivocado terminará en el reemplazo de recursos, mal llamadas reingenierías, etc.

Lo que no hagamos en esta etapa (5to o 6to año en adelante), lo hará la compañía a través de empresas de consultoría, de acuerdo a los resultados de auditorías que mostrarán el bloqueo del proceso de crecimiento.

Básicamente el trabajo consiste en generar aprendizaje organizacional, una organización aprendiente o inteligente mejora día a día sus procesos y actividades, soportados en una

base de análisis consolidada, que trata todos los eventos que acontecen con un alto perfil analítico, que pretende identificar y atacar las problemáticas para erradicarlas definitivamente.

Para colmo de males, estamos en la Argentina, donde los cambios no siguen pensamientos lógicos, sino intereses particulares, y de un día para el otro la Compañía puede pasar de la solidez financiera a la más profunda crisis que incluso amenace su existencia, aquí la excelencia de la gestión será la base de sustento para sortear las dificultades y salir fortalecida.

Mantenimiento, como parte componente, es un área ideal para potenciar la capacidad productiva y aportar al incremento de resultados positivos.

En esta etapa aparecen los mal llamados conceptos “soft o light”, Confiabilidad Humana, Learning Organization, Gerenciamiento del Talento, Generación de Valor, todas estas frases que parecen vacías de contenido y propagandistas, en realidad encierran conceptos básicos asociados al sentido común que la organización debe aplicar sobre sus recursos y acciones para producir excelencia en sus resultados.

Se ingresa en una etapa de control, reduciendo el stress organizacional, se habrá alcanzado el nivel de las organizaciones aprendientes, de Clase Mundial.

Estamos muy cerca de una de las últimas etapas del desarrollo, y solo Compañías esclarecidas logran alcanzar este umbral, mantenerse es la variable que le permitirá la supervivencia

Sin aprendizaje y desarrollo, cualquier Industria de excelencia hoy, por todos sus resultados operativos y financieros, será una empresa normal en el corto plazo y deficitaria en el mediano plazo. La tecnología se supera permanentemente y los productos y servicios se hacen más y más eficientes, es un camino sin retorno y solo sobreviven en el mediano y largo plazo las organizaciones con estrategias de crecimiento.

Los Países siguen un camino similar, una Nación cuyo producto bruto no crece, se estanca y en el corto plazo genera recesión e inflación por demandas insatisfechas, entrando en un camino difícil de revertir.

Conclusión 5: Generar Valor , enfocar los procesos hacia la Calidad, producir el Cambio Cultural para soportar este proceso y Gerenciar la Incertidumbre, son claras responsabilidades de la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, en especial de este último grupo, que deberá poseer no solo conocimientos técnicos , sino también de gestión que le permitan alcanzar la excelencia en todas sus incumbencias.

6-En la cuarta y quinta etapa, desarrollamos los procedimientos, planificamos, programamos, comenzamos en definitiva a ser una organización sistémica, aparecen los primeros buenos resultados.

Pero todos sienten que falta algo , que el camino está llegando a su fin y que la organización así como un motor se encendió y una vez en régimen solo variará sus vueltas de acuerdo a las necesidades pero siempre consumirá lo mismo de acuerdo a los requerimientos , o sea la organización se compara con una máquina lubricada que solo requiere mínimos retoques cada tiempos prolongados.

¿Que frustrante para el ser humano no?, una actividad sistémica con reducido crecimiento intelectual, lenta mejoría, con una performance definida y estable en el tiempo, como planteamos en este trabajo el medio cambiante donde vive la organización, condicionará su existencia y comenzará la lenta decadencia hasta su posible reemplazo de componentes o total, porque en algún momento la Compañía deberá incrementar su performance , competir con otras empresas similares del rubro y con el mismo motor , seguramente no logrará mantenerse en los primeros puestos, lo más grave es que vivió y experimentó , pero aprendió muy poco, dejando pasar oportunidades.

Estimados lectores, esta etapa pone al hombre como generador de su propio destino, es él, y no la máquina organizacional el que debe marcar el camino, porque para sobrevivir hay que buscar permanentemente el sustento , es instinto puro, y caminar cada vez con más eficacia y eficiencia sobre el mejor de los caminos es cuestión de prepararse , mejorar los conocimientos, en definitiva evolucionar.

Hoy en día, el conocimiento es el valor agregado de la organización, es el único activo que no pierde valor sino incluso crece permanentemente, si además ese conocimiento lo ponemos en acción, no habrá límites al desarrollo.

Es así, me ha tocado visitar por razones de trabajo, en diferentes oportunidades, a empresas líderes de USA y uno las ve muy sencillas, “Lean” según las denominan, la mayoría nacieron de ideas y desarrollos que solucionaron algún problema de la vida real, en general pequeño por cierto, y a partir de estos descubrimientos se generaron grandes Compañías Multinacionales líderes, que no abandonaron nunca el desarrollo y la mejora de sus productos, diseñando otros y otros nuevos, mostrando una dinámica indetenible.

¿Cuál fue su secreto?, el conocimiento en acción , la experiencia aprovechada , el pensamiento estratégico, y algo muy pero muy importante, la constancia en el propósito, cual es mantener la vanguardia del conocimiento en sus áreas de incumbencia, por años y años.

No hay muchos secretos, estas organizaciones siguen aprendiendo y tienen áreas enteras dedicadas a pensar el futuro para apuntalar el presente, la mayoría de estas grandes Compañías tienen aún el nombre de sus fundadores de hace más de 100 años, increíble para nuestro país. Porque no pensar que la Organización de Mantenimiento recorre vías similares, porque no pensar que el conocimiento hace perdurar la actividad, es así no tengamos dudas, por esta razón el profesionalismo debe ser el corazón del departamento.

La última etapa será la del desarrollo humano como parte inseparable del desarrollo organizacional, el ser humano será el dueño del conocimiento organizacional, el involucramiento profesional y hasta afectivo con su trabajo, será vital para dar el salto definitivo hacia la excelencia.

Para esto, la organización deberá generar desarrollo y bienestar para sus integrantes, de tal manera de mantener el espíritu emprendedor, la moral alta y la mirada atenta ,para no desaprovechar las oportunidades de producir la mejora continua.

Este es el tiempo del Trabajo en Equipo, del interés común, de resultados compartidos, del esfuerzo mancomunado, de la solidez profesional basada en un desarrollo humano

constante y nivelado, del debate sistémico en el esfuerzo por la superación, de la interacción permanente entre las especialidades, del conocimiento mutuo, de las relaciones positivas, de la ética y la moral, es la etapa del ser humano y sin esta variable fundamental cualquier organización dejará de serlo.

El integrante de la organización debería comenzar a sentirse orgulloso de pertenecer a un equipo que logra resultados superadores, en un ambiente de respeto y sentido común, con la sencillez de saber que somos seres humanos y estamos para ayudar a la sociedad que nos permite desarrollarnos y autosustentarnos.

Comenzamos a visualizar el porqué y para qué de todo el trabajo desarrollado, es el tiempo del esclarecimiento y la superación constante.

Conclusión 6: el desarrollo del ser humano, del conocimiento y el logro del trabajo en equipo, con todo lo que esto significa, ayudan a generar una organización de mantenimiento saludable, cuyos integrantes se sienten respaldados mutuamente, el área es un ámbito de discusión profesional permanente que dinamiza el crecimiento y la mejora continua. Es un área de excelencia, en la que la historia se respeta y utiliza, la experiencia es un activo valioso, la visión y misión es parte indivisible de los integrantes organizacionales, el pensamiento estratégico es incentivado, lo mejor está por venir y los sueños son tratados con respeto y atención. Cada persona es irremplazable para la organización, pero a su vez nuevos integrantes fortalecen a la misma, renovándola y motorizando el desarrollo, el profesionalismo de sus integrantes se pone de relieve en cada actividad del área.

6.3 Mantenimiento Basado en la Ingeniería

6.3.1 Conclusión final del Capítulo:

Como pudimos describir y presentar, el camino del desarrollo del área de Mantenimiento de una nueva Unidad de negocios Productiva es muy largo y genera desafíos permanentes , errores estratégicos puntuales pueden generar la pérdida del rumbo y el fracaso del Departamento.

Hay algo que es muy claro, la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad debe estar presente desde el origen del proyecto y es componente fundamental de la etapas intermedias, volviendo a ser vital en las etapas finales de búsqueda de la Excelencia.

Generar una organización basada en el conocimiento y profesionalizada es el objetivo final del desarrollo, *“Mantenimiento Basado en la Ingeniería”* pretende expresar en un título todas las etapas descritas, la Ingeniería es el componente central de la actividad y a partir de ella se producirán las directrices de excelencia requeridas por la especialidad de Mantenimiento Industrial en la actualidad, y más que nunca en el futuro próximo.

Cuando mencionamos a la Ingeniería como componente central del Mantenimiento Industrial, evidentemente lo hacemos teniendo en cuenta que el corazón de la actividad está constituido por Activos Físicos que contienen todas las especialidades ingenieriles, cuya atención requiere fundamentalmente de esta profesión.

Haciendo una comparativa simple de visualizar, si hablamos de un centro asistencial para la salud, aparece la Medicina y sus especialidades como el componente neurálgico alrededor del cual se gestiona la actividad. Por supuesto existirán funciones de soporte (Finanzas, Administración, Recursos Humanos, etc) , pero evidentemente las estrategias profesionales son fijadas por el “staff” Médico de la organización.

En Mantenimiento Industrial, el profesional Ingeniero es el centro alrededor del cual, satelitalmente se ensambla toda la actividad.

En etapas de gran desarrollo, aparece el concepto de Gerenciamiento de Activos Físicos que involucra a todo el personal de Operaciones Industriales, es muy sencillo

verificar hoy en día que la actividad de mantener por sí sola impacta parcialmente en el alcance de los objetivos basados en Activos Físicos Productivos de alto desempeño.

El área como expresamos inicia el camino del desarrollo a través de la Ingeniería de Mantenimiento, y luego continúa con el grupo de Confiabilidad, pero en este ya se comienza a vislumbrar la necesidad de involucrar especialidad extra mantenimiento a los grupos de análisis y planificación estratégica aplicada sobre los Activos Físicos, se genera un desafío superior para lograr excelencia.

CAPITULO 7

El Modelo

“Definimos básicamente el Mantenimiento Industrial, el Entorno y su Influencia, la Evolución del Mantenimiento Industrial, las Tácticas y Estrategias de Mantenimiento, las Filosofías de Confiabilidad y Disponibilidad, y por último, demostramos como la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, se convierte en el componente estructural central del desarrollo del área de Mantenimiento en sus distintas etapas, con su fuerte ascendencia en el proceso de crecimiento del departamento y en el desarrollo de un Equipo de Excelencia. ¿Cómo llevamos a la práctica el concepto del “Mantenimiento Basado en la Ingeniería”?, este es el desafío y el desarrollo de un Modelo con directrices estratégicas claves constituirá la solución propuesta”

Ref. : IdM&C: Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad

7.1 Fundamentos del “Mantenimiento Basado en la Ingeniería”

Está claro que la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad debe ser parte del Desarrollo y Ejecución del Proyecto de la Planta. El Modelo funcionará igual sin esta condición, pero llevará más tiempo , esfuerzos y riesgos de negocios alcanzar el éxito, por lo tanto en la etapa de gestación la IdM&C debería ser parte del “Staff” de decisión.

Esto implica reclutar a la IdM&C durante la etapa de realización del Proyecto, esta decisión tiene un costo inicial elevado, pero impactará decididamente en el Costo Total del Ciclo de Vida de la Instalación, es una inversión cuyo retorno se concretará aceleradamente en el inicio de la actividades productivas.

Resulta ser esta, la primera gran decisión del Gerente del Proyecto para allanar el futuro Mantenimiento de la Planta, la IdM&C no solo aportará a la mejora del Proyecto, sino que cuando el Departamento de Mantenimiento se conforme definitivamente, y como se dice en la jerga del deporte “los jugadores tengan que salir a la cancha”, el “know how” del área se compondrá de las experiencias y conocimientos de sus componentes, y en especial del conocimiento de la Instalación por parte de la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, que fue una de las generadoras de la Ingeniería del Proyecto, esta será una ventaja relativa grandiosa para salir airoso de la primera etapa operativa del área, que por supuesto será “terrible”. Suena grandilocuente pero describe cabalmente los inicios operativos de una Planta del tipo y ámbito sobre el cual desarrollamos nuestro Modelo.

En este punto, es importante revisar las características de las Compañías en las cuales nos basamos para desarrollar este trabajo, antes de entrar de lleno a plasmar la idea del Mantenimiento Industrial a generar.

En el Capítulo 1 dijimos que los aspectos dominantes de estas son:

- Altísimo valor agregado de su Producción.
- Producción Continua los 365 días del año.
- Activos de diseño específico para la Industria.
- Materiales especiales.
- Servicios esenciales.
- Tecnología de punta en equipamiento y sistemas de control y seguridad.
- Elevado valor de los Activos productivos.
- Capital intensivo.
- Producción intensiva.
- Productos de alto valor comercial.
- Recursos intensivos (personal, servicios, etc)
- Necesidades Energéticas muy importantes.
- Necesidades de materia prima en cantidad y calidad.

- Alta dificultad de puesta en producción.
- Procesos complejos y dependientes unos de otros.
- Varias Plantas en una.
- Equipos muy pesados y voluminosos.
- Productos químicos de alto riesgo.
- Productos muy requeridos y escasos.
- Productos requeridos por empresas satélites como materia prima.
- Tecnologías importadas de diferentes fabricantes y países..
- Altísimo valor del stock de repuestos.
- Altísimo costo de las fallas imprevistas.
- Altísimo costo de las reparaciones.
- Altas presiones y temperaturas, corrosión, alta velocidad, altos caudales, etc
- Prototipos productivos.
- Tamaños muy importantes, etc.

7.1.1 Conceptos asociados al Mantenimiento Industrial actual

La primera observación fundamental pasa por plantearse ¿Cuáles son las necesidades de la Instalación?, a partir de la respuesta a este interrogante nos tenemos que preguntar si ¿es Mantenimiento un concepto adecuado para definir las actuales incumbencias del área y para afrontar los desafíos que se generarán a futuro?, el diccionario define a mantenimiento como la “conservación del buen estado de las Instalaciones de una Industria”, la respuesta es que la sencilla definición de la palabra “mantener” (conservar, hacer que una cosa siga cumpliendo su función de la misma forma que lo hizo anteriormente) no alcanza para describir la actividad en la actualidad, los desafíos son mucho más que lo que la definición en sí misma implica.

¿Es clave encontrar una denominación adecuada a la actividad de Mantenimiento actual?, no es algo sin importancia, la realidad es que resulta fundamental tener un concepto que permita definir el área , ya que a partir de este, podremos reconocer el abanico de incumbencias y lograremos comprender cuales son las opciones que tenemos

para encarar con éxito la tarea, incluso servirá de soporte para establecer las necesidades hacia estamentos superiores de la organización.

También debemos cuestionarnos ¿a qué resultados aspira el Mantenimiento Industrial en la actualidad?, ¿cuáles son las necesidades de sus clientes?, ¿cuáles son las necesidades de la Compañía?, ¿cómo logramos insertarnos en la organización?, todos estos cuestionamientos por supuesto no los resuelve el solo hecho de mantener, el cual es muy restringido y no permite desarrollar estrategias abarcativas sobre los Activos Físicos.

Debemos pensar en un concepto que englobe acciones coordinadas, para actuar con éxito en Plantas de la tipología presentada, necesitamos una denominación que realmente represente los desafíos de la actividad actual y futura, y nos permita orientar los esfuerzos para el logro de los resultados buscados.

Casi intuitivamente hablamos de “Activos Físicos” y no de “Equipos”, pues lo que para el área productiva son Equipos, para la Compañía son en realidad mucho más que eso, son Activos Productivos valiosos y estratégicos para sus resultados futuros. Si son tan importantes estos Activos , entonces una de las actividades que directa y más fuertemente impactan sobre el resultado productivo de los mismos, se merece y debe tener otra denominación acorde al nuevo rol. Aparece en la actualidad el concepto que marcará la pautas del mantenimiento industrial a futuro, **el antiguo Mantenimiento Industrial pasará a ser el moderno Gerenciamiento de Activos Físicos.**

Hoy en día, los Activos Físicos son tan valiosos, tanto por su valor intrínseco que por el valor derivado de su potencialidad productiva, que las Compañías están tratando de aunar todos los esfuerzos de sus recursos humanos y técnicos para la optimización del factor de utilización de estos Activos.

7.1.2 Gerenciamiento del área

Aparece el Gerente de Activos como el nuevo Gerente de Mantenimiento, el área es un lugar de encuentro del conocimiento, y debe ser cruzada transversalmente por todo el espectro comunicativo y cognitivo de la organización.

Este es un concepto realmente valioso, que encierra todo el cúmulo de responsabilidades que el antiguo Mantenimiento tiene en la actualidad. Ahora sí, podemos decir que el Gerenciamiento de Activos Físicos responde a las expectativas generadas desde los estamentos superiores de la Compañía, para con el área de mantenimiento.

Este concepto proviene de las finanzas y tiene que ver con lograr el **mayor retorno sobre la inversión**. En el ámbito productivo se trata de generar las bases para gerenciar los activos pensando en el negocio, teniendo en cuenta el impacto de todas las acciones del área sobre la Compañía.

No se conciben en la actualidad compartimientos estancos dentro de las organizaciones, podemos concebir un mantenimiento de excelencia, pero de nada sirve si no es acompañado por operaciones, por el área técnica, por el área financiera, de recursos humanos , de seguridad, en definitiva por todos los componentes de la organización, sino es así, a la larga los resultados no serán los deseados y los conflictos internos dominarán al ámbito operativo, de aquí que el Gerenciamiento de Activos Físicos viene para romper las estructuras rígidas y a generar un ámbito de interacción que supere las debilidades y potencie las fortalezas organizacionales.

En la actualidad, es imposible manejar las problemáticas y desafíos del día a día sin trabajar inmersos en equipos multidisciplinarios, que puedan afrontar los mismos desde distintos puntos de vista y parámetros del conocimiento, por esta razón para lograr

resultados positivos se deba necesariamente interactuar, ya lo vimos en capítulos anteriores y es por eso que ahora soportamos esos conceptos con la idea de un Gerenciamiento de los Activos basado en el conocimiento y en el trabajo en equipo.

Para la gente de “Woodhouse Partnership Limited”, el Gerenciamiento de Activos es:

“El juego de Disciplinas , Métodos, Procedimientos y Herramientas para optimizar el Impacto Total de Costos, Desempeño y exposición al Riesgo en la Vida del Negocio asociados con Confiabilidad , Disponibilidad , Mantenibilidad , Eficiencia, Longevidad y Regulaciones de cumplimiento en Seguridad y Medio Ambiente de los

Activos Físicos de la Compañía”.

John S. Mitchell en su libro “Operating Equipment Asset Management-Your 21st Century Competitive Necessity” expresa sobre este tema:

“Optimizes the operating effectiveness of processes and production equipment assets to gain greatest lifetime value and return.

Provides systematic prioritization and implementation of processes, practices, and technical improvements to ensure full compliance with Safety , Availability, Performance, and Quality requirements at least sustainable cost for Operating , Market, and Business conditions”

Y agrega en otro Capítulo sobre el “Operating Equipment Asset Management”:

“A comprehensive , fully integrated, strategy, process, and culture directed at gaining greatest lifetime effectiveness, value, profitability, and return from production and manufacturing equipment assets”.

Señores esto no tiene nada que ver con el simple hecho de “mantener” , esto es mucho más completo y desafiante, aquí evidentemente el profesionalismo es un requerimiento sin alternativas, y la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad tendrá un rol destacadísimo en una estructura de Gerenciamiento de Activos Físicos.

Que apasionantes resultan estos conceptos, para quién se ha desarrollado en un Departamento de Mantenimiento. Por años el área incursionó en estas incumbencias pero no siempre fue reconocido su “expertise” y su calidad de vital para la Compañía. Hoy tenemos la oportunidad de posicionarnos nuevamente en el centro neurálgico del área operativa, el Departamento cuenta con herramientas, recursos humanos calificados, tecnologías, conocimientos, uno de los mayores presupuestos, y por sobre todas las cosas está acostumbrado a los grandes desafíos, la oportunidad es mayúscula.

Esta idea, se inició en Inglaterra donde las Especificaciones “PAS 55-Asset Management - British Standards Intitutions (BSI) Part 1 y 2” han hecho punta, en USA me ha tocado participar de la “Internacional Maintenance Conference” y de la

“Predictive Maintenance Conference” y les puedo asegurar que Mantenimiento ya no es más Mantenimiento, ahora pretende Gerenciar los Activos Físicos con todo lo que esto implica.

Ref.: PAS 55-Asset Management-British Standards Intitutions (BSI)
Part 1: Specification for the Optimizad Management of Physical assets
Part 2: Guidelines for the application of PAS 55-1

7.2 Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad

Ref.: -An Introduction To Machinery Reliability Assessment (Heinz P. Bloch-Fred K. Geitner)

-Making Common Sense Common Practice Models for Manufacturing Excellence (Ron Moore)

¿Podemos aplicar el Gerenciamiento de Activos Físicos en nuestro ámbito?, sin dudas podemos adaptar esta filosofía en la Industria Argentina, aunque antes debemos tener clara la verdadera necesidad de las Instalaciones de nuestro ámbito, las cuales plasmamos en párrafos anteriores.

Para nuestro entorno, de acuerdo a las características observadas, en línea con las directrices del Gerenciamiento de Activos Físicos, el mayor logro es generar **Disponibilidad y Confiabilidad** de los mismos para la producción. Esta palabra tan sencilla, **Disponibilidad**, es de un profundo significado y contiene, aunque no parezca, al concepto de Gerenciamiento de Activos, lo cual demostraremos a continuación.

La fórmula de Disponibilidad esta dada por:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

MTBF: Mean Time Between Failure.

MTTR: Mean Time To Repair

Para maximizar esta fórmula debemos **incrementar el MTBF y reducir el MTTR:**

 **DISPONIBILIDAD**

 **MTBF: Tiempo medio entre fallas (CONFIABILIDAD)**

 **MTTR: Tiempo medio de reparación (MANTENIBILIDAD)**

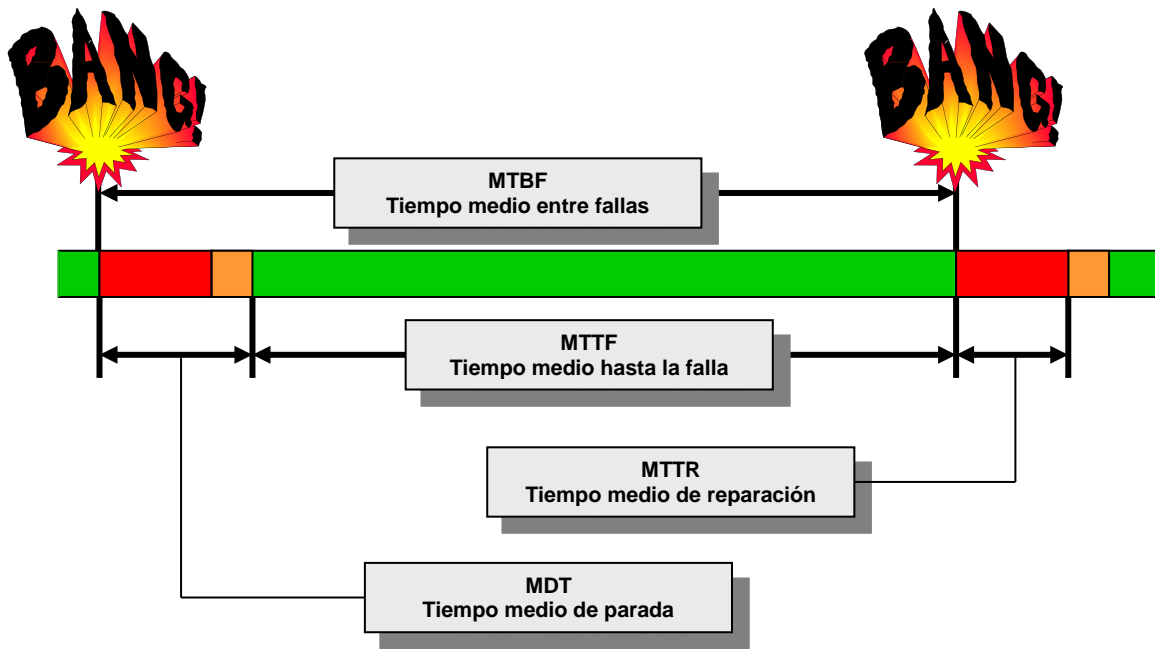
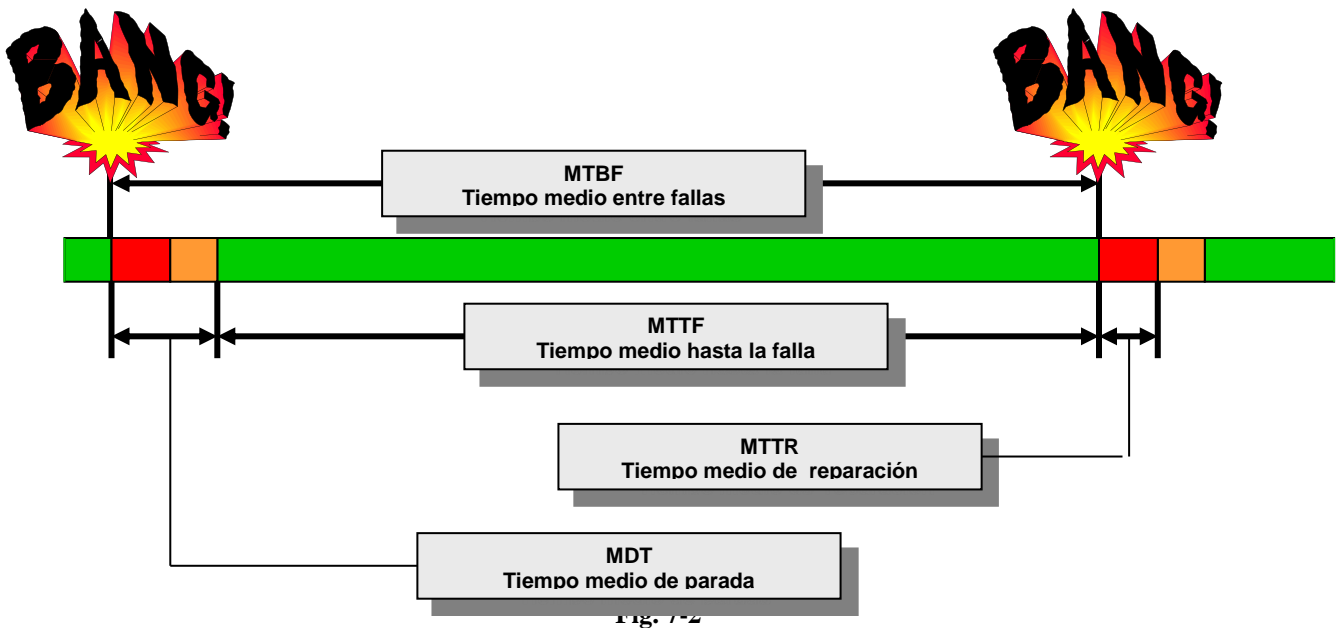


Fig. 7-1

MTTR: Mean Time to Repair.

MTTF: Mean Time to Failure.

El MTBF, se mide desde que aparece la falla por primera vez, hasta que se repite la misma. El MTTR es el Tiempo Medio para la Reparación. En ciclos sucesivos, es claro observar que si incrementamos el MTBF logramos mayor tiempo disponible de los equipos para la Producción. De la misma manera si reducimos el MTTR, ganamos en Disponibilidad de los Activos. Comparando las figuras 7-1 y 7-2, podemos ver como incrementamos la Disponibilidad, incrementando el MTBF y reduciendo el MTTR.



Tan simple y tan dificultoso como incrementar el MTBF y reducir el MTTR

Disminuimos el MTTR reduciendo los tiempos de reparación, a través de calidad en la ejecución, y optimizando la planificación y programación de trabajos, para reducir los tiempos muertos de entrega de los equipos.

Aún así, en este tipo de Plantas lo más complicado es parar totalmente la misma, ya que se requieren tiempos importantes para poner en marcha y normalizar la producción y a su vez se producen daños y envejecimiento prematuro de los equipos. El MTTR, normalmente es una expresión mínima de tiempo respecto del tiempo Disponible entre fallas.

Es evidente que el MTBF es el parámetro más importante, porque al anticipar o evitar la falla, hacemos desaparecer el MTTR, mejoramos la seguridad operativa, evitamos daños mayores, paramos en la mejor oportunidad, reducimos el stress de equipos por detenciones abruptas, etc.

Aparecen tres conceptos fundamentales del **Gerenciamiento de Activos**, los mismos son **Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad**.

Cabe decir que si actuamos sobre la **Confiabilidad** y la **Mantenibilidad**, estaríamos resolviendo el problema de mantener.

La **Confiabilidad** es inherente al diseño de la Instalación, pero a su vez es posible de mejorar y/o mantener en sus niveles máximos, para lo cual debemos desarrollar Políticas para la anticipación y eliminación de las fallas.

Cuando hablamos de **Mantenibilidad**, tiene que ver directamente con la calidad y posibilidades de ejecución del trabajo de mantenimiento, sus recursos, sus conocimientos, el diseño de los equipos, no olvidemos que el costo de la ejecución es irrisorio en este tipo de Plantas, si lo comparamos con las pérdidas de producción.

La falla es algo evitable pero puede aparecer, cuando esto ocurre, el área de ejecución de mantenimiento deberá estar preparada desde un paradigma de excelencia para responder a la necesidades. Por otro lado, la ejecución de los Planes de Mantenimiento Preventivo y Predictivo son parte de su responsabilidad, la calidad en este caso es fundamental para evitar el retrabajo y las pérdidas productivas.

En ambas facetas actúa la Ingeniería, en una la de Confiabilidad y en otra la de Mantenimiento , en nuestra realidad industrial, ambas normalmente se agrupan en un especialista por área que desarrolla tanto las Estrategias de Mantenimiento, generadas a partir de los Análisis Proactivos vistos en capítulos anteriores, como así también los procedimientos de ejecución del área y soporta a la misma en su implementación.

En definitiva, la **Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, Gerencia la Confiabilidad y la Mantenibilidad de la Instalación**, inmersa en la Ingeniería de Confiabilidad se deberían encontrar profesionales de Mantenimiento, Procesos, Producción, Proyectos, que conjuguen en un área el conocimiento organizacional estratégico.

Estas son las dos variables vitales del **Gerenciamiento de Activos Físicos**, esta conclusión a la cual llegamos naturalmente, en realidad representa gran parte del desarrollo de este trabajo , en el cual paso a paso hemos ido demostrando los hitos fundamentales de la actividad, para lograr desmenuzar el origen de la necesidad de la existencia del área.

Por otro lado, si tenemos Confiabilidad tenemos Seguridad y no generamos

problemas Medioambientales, mejorando nuestra interacción con la sociedad; y si tenemos Mantenibilidad, nos aseguramos eficiencia y eficacia en la ejecución del trabajo; con ambas, el perfil financiero del área mejora ostensiblemente al evitar daños y costos mayores, la Productividad se incrementa sustancialmente, el Producto se genera bajo estrictos controles de Calidad, y el manejo eficiente y eficaz de los recursos optimiza el capital inmovilizado de la Compañía, generando además disponibilidad del mismo para soportar al área administrativa y comercial.

Ron Moore en su Libro “Making Common Sense Common Practice” presenta los dichos de Colin McLean (General Manager de una gran Refinería en Inglaterra) en el año 2003, después de haber tenido 10 millones de horas operativas sin tiempo perdido por accidentes , en simultáneo con un notable incremento de la Producción y una reducción mayor de los costos de Mantenimiento:

“...the three are indivisible , a safe site is a reliable site is a cost-efficient site”

Realmente una frase sencilla y esclarecedora, una Instalación Segura es una Instalación Confiable y Costo-Eficiente, y podemos asegurar que una Instalación Confiable es a su vez Segura y Costo-Efectiva, sin dudas esto es así y el logro de este resultado debe ser el objetivo del “Mantenimiento Basado en la Ingeniería”.

Observemos hasta que nivel llegó la idea de la Confiabilidad, en la actualidad los Gerentes Generales conocen el concepto y lo han incorporado a su Pensamiento Estratégico, es un momento clave para el desarrollo del Mantenimiento Industrial o mejor expresado para el Gerenciamiento de Activos Físicos, **el Departamento es componente fundamental de la médula organizacional, la Oportunidad es Histórica** y no debemos perderla.

El Gerenciamiento de Activos, busca coordinación entre las diferentes áreas operativas, para lograr el mayor rendimiento sobre la inversión, evidentemente suena muy sencillo pero lograr Confiabilidad y Mantenibilidad es un proceso que puede durar años o no lograrse nunca, y por lo tanto no obtener el mayor rendimiento de los Activos, con todo lo que esto implica.

Se genera un todo organizado y acoplado a partir de la perfecta complementariedad de las partes, esto produce el Gerenciamiento de Activos global de la Compañía, lo cual excede el objetivo de este trabajo, pero sin dudas es el corolario del Gerenciamiento de todos los Activos Organizacionales, sean Físicos, Financieros, de Imagen Pública, etc.

7.3 Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería

El Gerenciamiento de Activos Físicos, evidentemente da valor a las actividades de mantenimiento, pero por supuesto para comenzar a pensar en un Gerenciamiento, se entiende claramente que se debe generar una organización profundamente profesionalizada, el profesionalismo deberá alcanzar no solo a sus cuadros de decisión y gestión, sino también a sus componentes de ejecución, la excelencia es la directriz organizacional, y no es posible otro camino para lograrla que comenzar a generar la misma desde la base de la estructura y en cada actividad del área.

“If you are going to achieve excellence in big things, you develop the habit in little matters, excellence is not a exception, it is a prevailing attitude”

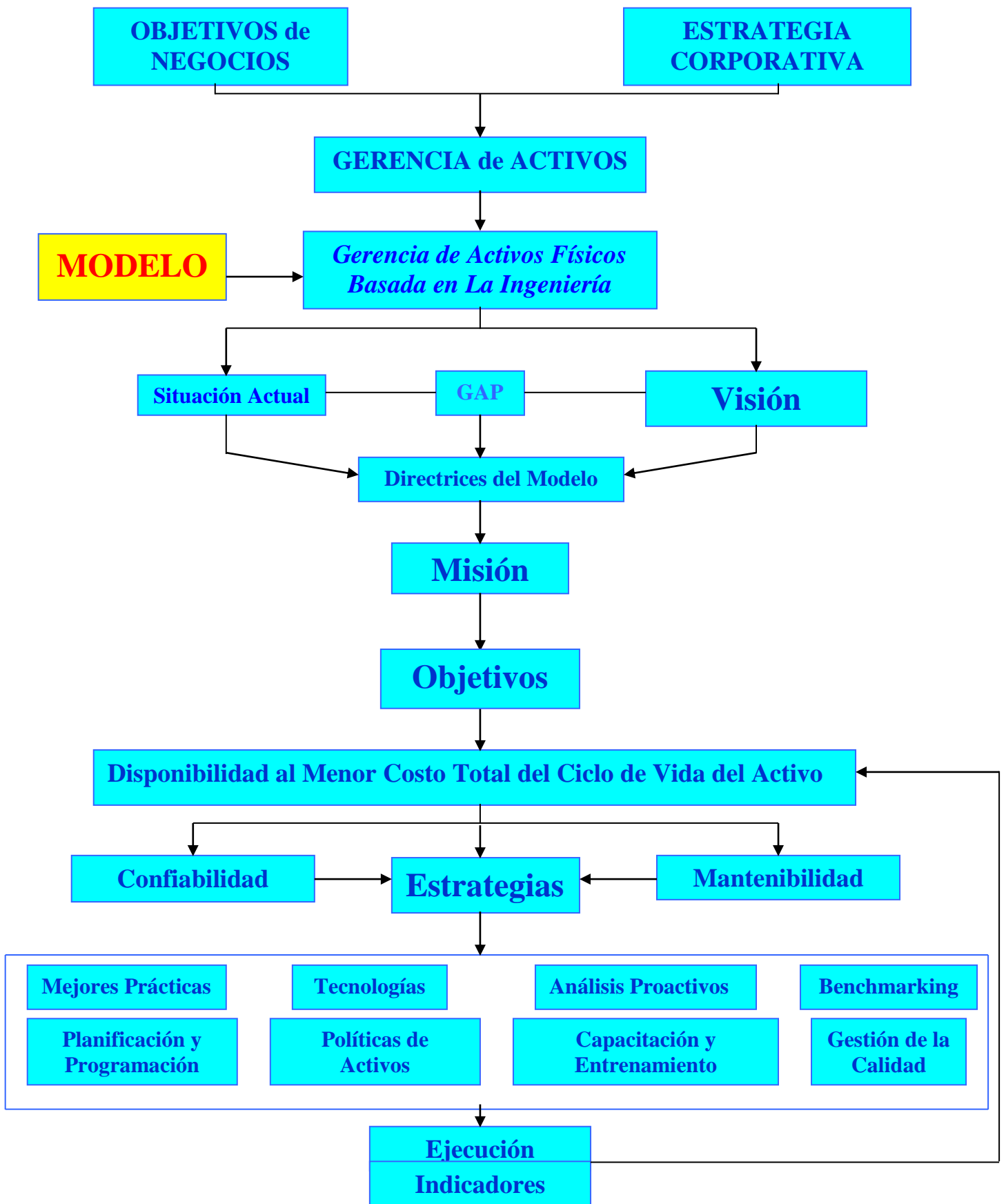
Ref.: Colin Powell, Chairman of the US Joint Chief of Staff. (1989-1993)

Como bien expresa Powell, la excelencia debe estar integrada a la personalidad de los componentes de la organización, se soportará en actitudes y aptitudes innatas o adquiridas, las actitudes se refieren a lo personal, como expresamos en capítulos anteriores, no todas las personas están preparadas o dispuestas a participar de un camino de excelencia, debemos inducir un profundo “Cambio Cultural” para introducirnos en la ruta de la Calidad y la Excelencia; las aptitudes se refieren a lo profesional, es importante desarrollar profesionales de primera línea con un profundo sentido ético y moral para lograr excelencia, es inevitable cumplir estos requisitos. A partir de lo expresado, ¿Qué Políticas generamos y aplicamos?, ¿Cuál es la Filosofía y cuales las Estrategias y Mejores Prácticas para llevar adelante la actividad?, estos interrogantes son los que deberemos ir resolviendo para desarrollar un Modelo de evolución que asegure resultados crecientes en el tiempo, y permita soportar una estructura de alto

nivel profesional. Como pudimos observar , en el contexto de las Industrias Químicas, Petroquímicas y del Gas Natural, existe un objetivo vital cual es generar Disponibilidad de los Activos Físicos para la Producción, en este tipo de Industrias el aporte más importante del área de Gerenciamiento de Activos Físicos es lograr tiempo productivo, mediante Activos Físicos Confiables y Disponibles para operaciones. También pudimos visualizar todo lo que esto implica, porque producir Disponibilidad creciente en el tiempo, no se logra con Políticas de corto plazo, sino que se deben desarrollar estrategias de mediano y largo plazo que produzcan el cambio organizacional requerido para poder obtener valores de Disponibilidad de los Activos por encima del 97% (Target World Class) durante años, aportando a la Productividad, a la Seguridad, al cuidado del Medio Ambiente, a la reducción de Costos, incluso al evitar fallas, permite redireccionar los recursos hacia la búsqueda incesante de la excelencia en todas las actividades del área.

7.3.1 Modelo de Gerenciamiento de Activos Físicos

Este trabajo nos ha permitido ir más allá con el Modelo, y reemplazar la palabra Mantenimiento, por la de Gerenciamiento de Activos Físicos. A continuación, presento un diagrama básico del Modelo Basado en la Ingeniería , el cual delinea su estructura y la concatenación de componentes que hacen a su desarrollo e implementación. Siempre es importante poseer la estructura básica del Modelo para poder posteriormente ir desglosando cada uno de sus niveles de tal forma de construir la base del funcionamiento del área. Nuestro Modelo de “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería” puede ser plasmado a través del siguiente diagrama, utilizando como soporte el Modelo Estratégico de Mantenimiento de John Dixon Campbel (UPTIME-Strategies for Excellence in Maintenance Management-)



7.4 Visión, Misión, Estrategias y Objetivos del Modelo

Ref.: UPTIME-Strategies for Excellence in Maintenance Management (John Dixon Campbell)

Aparecen algunos fundamentos basales de cualquier organización Moderna, una Visión, una Misión , Objetivos y Estrategias que permitan alcanzar estos objetivos, esta pasaría a ser la columna vertebral del Modelo, todo el trabajo hasta este punto no ha hecho otra cosa que mostrar los mejores caminos para Gerenciar los Activos Físicos, se analizaron diferentes opciones, que nos permiten ahora sí, poder generar estos componentes vitales que orienten los esfuerzos organizacionales.

Debemos entonces, ante todo, tener claro cuatro componentes fundamentales de este Modelo de “Mantenimiento Basado en la Ingeniería” o mejor expresado “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería” , los cuales desarrollaremos a continuación, ellos son la Misión, la Visión, los Objetivos y las Estrategias de Mantenimiento asociadas.

Mediante estos cuatro componentes definiremos el perfil organizacional, lo cual nos permitirá armar la estructura y generar las directrices del Modelo.

7.4.1 Misión del Modelo

Para orientar los esfuerzos de la organización se deben establecer objetivos, para alcanzar los mismos tenemos que tener estrategias que necesariamente deben estar fundamentadas en la Misión, la cual no es otra cosa que saber para que existimos y cual es la necesidad que origina la Organización de Mantenimiento.

“La Misión debe ser descriptiva, concisa y liderar directamente hacia la estrategia”

Ref.: Operating Equipment Asset Management Your 21st Century Competitive necessity” (John S. Mitchell-Pennsylvania State University).

La Misión tiene un alcance promedio máximo de cinco años hasta su revisión, esto permite desarrollar estrategias, planificarlas e implementarlas para alcanzar a cumplir el mandato generado.

La Misión de nuestro Modelo, bien podría estar expresada de la siguiente forma:

Misión

“Gerenciar los Activos Físicos mediante una estrategia de aseguramiento de la Disponibilidad, a través de la mejora constante de la Confiabilidad y Mantenibilidad de los mismos, que apalanque los resultados operativos de la Compañía, basados en el menor Costo Total del Ciclo de Vida de los Activos, mediante las mejores estrategias y desarrollos técnicos/tecnológicos existentes, que eliminen sistemáticamente las fallas y los incidentes potenciales de Seguridad y Medio Ambiente antes de su ocurrencia , soportados en una organización profesionalizada y flexible que asegure la excelencia en todos los procesos del área”.

La Misión es rica en contenido ya que habla de Confiabilidad y Mantenibilidad en pos de resultados exitosos, habla del menor Costo Total del Ciclo de Vida del Activo, componente vital del retorno sobre la inversión, propone las mejores estrategias y desarrollos tecnológicos para eliminar las fallas, y lo pretende hacer en una organización profesionalizada, en este caso soportada en la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, que asegure la Excelencia. Evidentemente tenemos parte de la propuesta armada en pocas palabras, es realmente vital determinar la Misión en forma clara porque nos permite argumentar las estrategias fundamentales del Modelo.

Con la Misión consolidada, podemos comenzar a pensar en los Objetivos y en las Estrategias a implementar, aún así nos falta algo, nos falta un transporte para las expectativas de crecimiento, en inglés podríamos decir un “driver” que permanentemente conduzca las nuevas ideas y permita enfocarnos en el futuro de mediano y largo plazo.

Necesitamos comenzar a originar una Visión que nos facilite encontrar el camino del futuro, trabajar en el presente con la vista puesta en el horizonte, de tal manera de dar pasos firmes hacia el mañana.

7.4.2 Visión del Modelo

Por sobre la Misión están los sueños, imaginar el futuro basados en el presente, dar un contorno global a nuestras expectativas, pensar a 10 años , tener un horizonte en el cual poder focalizar y al cual dirigirse, una Visión es la mejor manera de expresar esta imagen en palabras. La Visión nos muestra el camino del futuro.

En el desarrollo de la Visión, uno puede abrir el pensamiento y generar ideas fuerza que permitan orientarnos mientras vamos cumpliendo la Misión, siempre la Visión debe ser ambiciosa para intentar lograr una organización de nivel “World Class”.

La Visión del Modelo es la siguiente:

Visión

“Alcanzar una Organización de Gerenciamiento de Activos Físicos Basada en el Aprendizaje , que produzca Proactividad Inteligente a partir del Profesionalismo de sus integrantes , de tal forma de asegurar el mejor retorno sobre la inversión para la Compañía, generando excelencia y calidad en todos los procesos del área, devolviendo a la sociedad productos del más alto nivel de desarrollo, con el menor impacto sobre el Medio Ambiente”

Para entender a que nos referimos con alcanzar una organización aprendiente, vamos a desarrollar el concepto usando una investigación del libro de Ron Moore (Making Common Sense Common Practice), realizada por W. Ledet en la mitad de los 80' en una gran Compañía Química, y presentada en “The Manufacturing Game” (Annual TQM Conference, Kingwood, TX, November 1994), en el cual se visualizan diferentes formas de encarar el Mantenimiento de los Activos, hasta llegar al escalón superior del desarrollo organizacional. El estudio se realizó a partir de la intención de mejorar las Prácticas de Mantenimiento empleando diferentes métodos, después de varios años se analizaron los resultados.

Al igual que como presenté en capítulos anteriores, Ledet estratificó la actividad de acuerdo al tipo de mantenimiento implementado Reactivo, Preventivo, Predictivo,

Proactivo o la combinación de los mismos, y con operaciones, diseño, compras, instalación y prácticas de “stock” para asegurar el éxito productivo, analizando el resultado para cada forma de aplicación. Aquí ya se pueden observar los primeros intentos del Gerenciamiento de Activos, ya que se cruzan transversalmente diferentes áreas para lograr optimizar la utilización de los Activos productivos.

Un resumen del análisis es el siguiente:

1-Un grupo de Plantas se focalizó sobre **Planificación y Programación**, todas las actividades tenían un **orden de trabajo**, y cada tarea era debidamente planificada y programada. Se dio valor a la Planificación y Programación, algunas tareas reactivas necesarias, se retrasaron por tener la gente ocupada en planificar y generar órdenes de trabajo.

Se logró un pequeño incremento de **Disponibilidad de + 0,5 al 0,8 %**.

2-Un segundo grupo utilizó las últimas **Tecnologías Predictivas** descartando casi todos los demás métodos. No Planificaron ni Programaron, los datos colectados sobre la condición de los equipos no fueron bien utilizados por Mantenimiento y Operaciones para mejorar las prácticas, se logró un efecto negativo.

Hubo reducción de **Disponibilidad de -2,4%**.

3-Un tercer grupo agregó el **Mantenimiento Preventivo, y en particular Planificó y Programó el Mantenimiento Predictivo**. En estas Plantas, el monitoreo de condición fue utilizado para mejorar el Mantenimiento Preventivo y demás actividades del área, optimizando el uso de los recursos.

Se generó un incremento de **Disponibilidad de + 5%**.

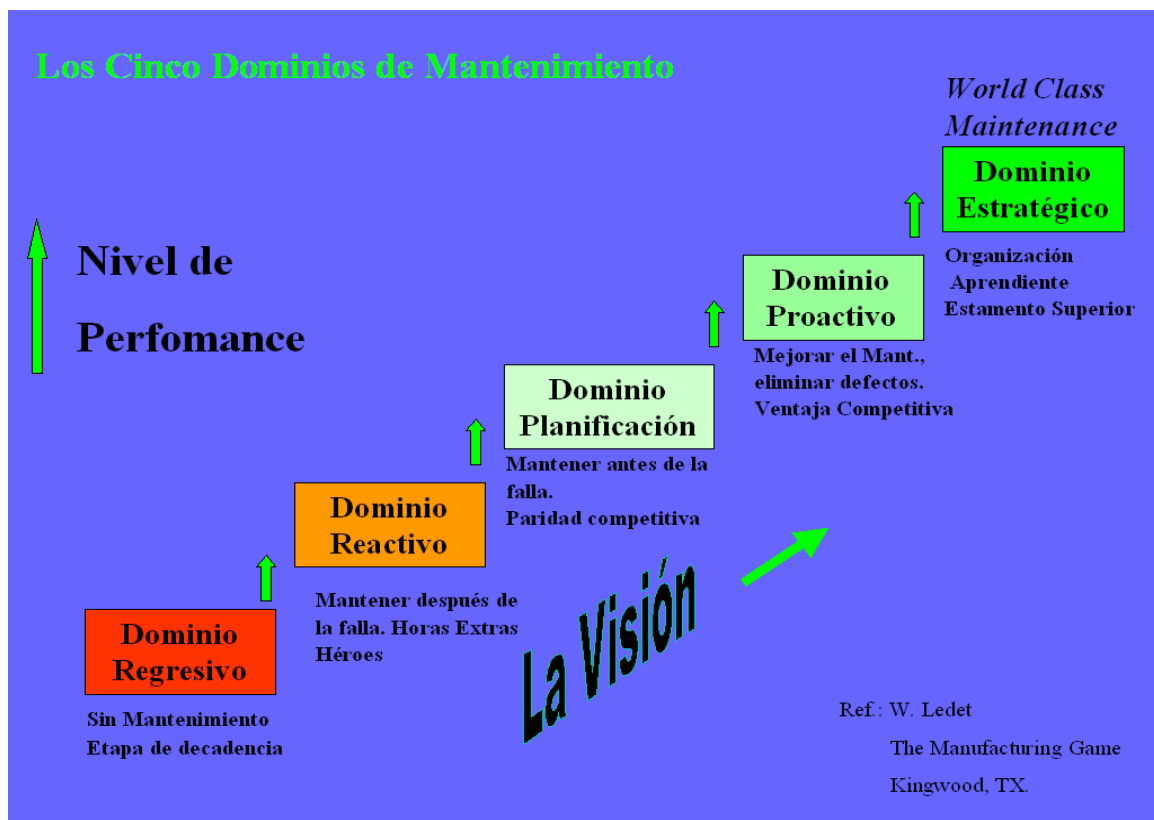
4-Un cuarto grupo reducido de Plantas, usó todas las Técnicas y Tecnologías. Utilizaron el **CMMS (Computerized Management Maintenance System), Planificación y Programación de Mantenimiento y Tecnologías Predictivas, Análisis de Causa Raíz, con la idea de generar una cultura Proactiva**.

Se utilizó el CMMS para generar historia de los Activos, analizarla y priorizar la eliminación de las fallas críticas, la Planificación y Programación de Mantenimiento

fue balanceada con la condición de los equipos, las técnicas Predictivas fueron no solo usadas para monitorear la tendencia sino para evitar fallas catastróficas, también se trabajó sobre la calidad de pre-comisionado de los Activos, y se comenzó a realizar sistemáticamente el Análisis de Causa Raíz. Se creó una Cultura Proactiva que fue facilitada por varias herramientas, en la búsqueda de la eliminación de los defectos.

Este grupo logró incrementar la **Disponibilidad promedio en un +15%**.

En este análisis se observó claramente que las tecnologías, los métodos y las herramientas deben ser integrados para asegurar una performance óptima, mucho más importante aún, del estudio de Ledet, se desprendieron otras conclusiones vitales para entender los diferentes “Dominios de Mantenimiento” (Fig 7-3)



Dominios de Mantenimiento Fig 7-3

- Como vemos en el diagrama, el nivel más bajo se asocia con la inexistencia del Mantenimiento de la Instalación, se ingresa en un **Dominio Regresivo**, en el cual la Planta o el Negocio pueden entrar en una etapa irreversible, al punto de la pérdida de funcionamiento.

- Pero la decisión ya ha sido tomada y la misma tiene que ver con permanecer en el negocio, por lo tanto se ingresa en una etapa donde se intentan solucionar los problemas para mantener la Planta Operativa, aunque se tratan todos los trabajos en “urgencia” moviéndonos hacia el nivel del **Dominio Reactivo** , con grandes costos de Mantenimiento y problemas de Seguridad y Medioambientales.

De este nivel se tratará de salir de cualquier manera, ya que también pelagra la estabilidad de la Planta si se continúa trabajando en este Dominio.

- Como expresamos en capítulos anteriores, comienza a sentirse que la Organización no superará esta etapa, y se hacen los primeros intentos por anticiparse a las fallas, Planificando y Programando las actividades de Mantenimiento, se ingresa en el **Dominio de Planificación**.

- Aquellos que fortalecen el trabajo en equipo, poseen el mejor liderazgo, se focalizan en la mejora continua y la eliminación de defectos, y buscan permanentemente la causa raíz de la falla para evitarla a futuro, pueden alcanzar el **Dominio Proactivo** generando ventajas competitivas.

- Muy pocas Compañías pueden saltar al próximo nivel , donde la eliminación de defectos está integrada a la cultura organizacional, donde existe el aprendizaje organizacional, donde todos los sectores están alineados con el negocio, donde existe diferenciación con la industria en general por la permanente búsqueda de calidad en todos los procesos, donde existe una integración con los proveedores y los clientes. Si logran ingresar en este nivel estaremos en el **Dominio Estratégico** pasando a formar parte de una Compañía Líder a nivel mundial, marcando el camino de la excelencia.

7.4.2.1 Conclusión del análisis de Ledet:

De este importante análisis, surgen dos ideas fuerza fundamentales, se demuestra que el área de Mantenimiento puede alcanzar por si misma la etapa de Planificación

liderando el desarrollo , pero si quiere saltar al Dominio Proactivo o Estratégico, debe sí o sí integrarse con otros sectores (Producción , Finanzas, Compras, Ingeniería, etc), generando equipos con funciones cruzadas que interactúen buscando alineación de objetivos y excelencia, de otra manera no alcanzará el Dominio Estratégico , ni siquiera se acercará al mismo.

Mantenimiento en esta última etapa, debe sí o sí Gerenciar los Activos Físicos ,para poder integrarse a una Cultura Basada en el Aprendizaje, no se puede avanzar de un nivel a otro sino se aprende de la experiencias y enseñanzas del nivel inmediato inferior.

En este punto nos podemos preguntar:

7.4.2.2 ¿Qué es una Organización Basada en el Aprendizaje?

Ref.: -Making Common Sense Common Practice Models for Manufacturing Excellence (Ron Moore)

-Improving Maintenance Reliability Through & Cultural Change (Stephen J. Thomas)

El Aprendizaje Organizacional, comprende las acciones intencionales y en curso de una organización para transformarse continuamente, adquiriendo información y conocimientos e incorporándolos a las decisiones y acciones organizacionales. Una organización basada en el aprendizaje puede desarrollar ideas e información, o puede adquirir ideas e información, y utilizarlas para tomar decisiones importantes y ejecutar las acciones correspondientes. El aprendizaje organizacional resulta ser un camino importante que permite ganar una ventaja competitiva.

Las organizaciones de aprendizaje muestran varias características comunes, incluyendo:

- Aprendizaje continuo, colaborador y abierto.
- Valoración de *cómo* y *qué* se aprende.
- Inversión para estar en la cima de lo que está pasando en la industria.
- Aprendizaje más rápido y más inteligente que los competidores.

- Recompensa, tanto del aprendizaje del “fracaso”, como del aprendizaje del “éxito”.
- Arriesgar, pero sin poner en peligro la seguridad básica de la organización.
- Alentar a los miembros de la organización a compartir información.
- Creación y exhibición de culturas organizacionales que promueven el aprendizaje.
- Utilización de lo aprendido para el desarrollo e implementación de estrategias.
- Incorporación del aprendizaje en cada aspecto del proceso de gestión estratégica.
- Trabajo en Equipo.
- Gran Profesionalismo en todos los integrantes.
- Sistematización de los procesos para generar el aprendizaje sobre bases firmes.

Existen cuatro formas básicas en las que las organizaciones aprenden:

- Experimentación*: prueba constante de nuevas ideas e intención de ser los primeros en el mercado con nuevos procesos o productos.
- Adquisición de competencia*: búsqueda continua de nuevas formas de trabajo y fomento del aprendizaje como parte de la estrategia fundamental de la organización.
- Mejora Continua*: deseo de dominar cada paso de un proceso antes de pasar al siguiente.
- Extensión de las fronteras*: examen continuo de los esfuerzos de otras empresas y medición del progreso propio respecto del de otras Compañías.

Se puede observar claramente el valor de una Visión Basada en el Aprendizaje, se convierte a la organización en un ámbito de interacción permanente, con equipos de trabajo de alto nivel que protocolizan las decisiones, y sobre estas bases mejoran permanentemente. Como ejemplo más visible, la medicina moderna necesariamente tiene que atacar los problemas de salud mediante equipos multidisciplinarios, ya que el universo de oportunidades actuales para resolver los problemas a través de diferentes tecnologías y metodologías, implica necesariamente compartir conocimientos profesionales, interactuar, documentar y procedimentar para generar aprendizaje

organizacional, la Salud por supuesto es el Activo más valioso ypreciado de la Humanidad y para lograrla, en centros de excelencia, no se usa otra cosa que el Modelo de Gerenciamiento del Activo.

Mantener disponibles los Activos Físicos requiere recorrer un camino similar al de los grandes centros de Salud Mundial , donde el objetivo primordial es anticiparse a las fallas, evitarlas y generar vida adicional, actuar sobre hechos consumados, es riesgoso, costoso y muchas veces fatal.

Esta comprobado en accidentología, las impresionantes pérdidas de vidas y materiales que se podrían evitar trabajando en la anticipación, no es solo el destino el generador de todas las tragedias, el hombre produce gran parte de las mismas, pues señores una Organización Basada en el Aprendizaje comprende estos desafíos, los decodifica y aprende, pero como este aprendizaje requiere debate permanente , experiencias y conocimientos multidisciplinarios, y por sobre todas las cosas incursionar

en metodologías anticipativas, necesariamente se requiere un gerenciamiento que asegure que todos los conocimientos y experiencias serán usados en forma ordenada y concatenada de tal forma de reducir a la mínima expresión el error evitable, esto esta inmerso en el concepto de Confiabilidad , actuar sobre el hecho consumado esta contenido en Mantenibilidad, y no siempre logramos el éxito o al menos dejar al Activo sea Físico o de Salud en la misma condición óptima de antes de producirse el evento.

También debemos preguntarnos:

7.4.2.3 ¿Que significa “Proactividad Inteligente”?

Necesitamos desmitificar y dar valor a la palabra Proactividad, esta comprobado que la Proactividad es una de las causas más comunes de los desastres industriales, los detractores de este concepto se basan en estas estadísticas para difamar al mismo, yo quiero expresar y asegurar que la Proactividad Inteligente producida por una organización aprendiente, que analiza , prioriza, usa estadísticas , utiliza probabilidades de sucesos, y trata de disminuir las mismas a través de acciones soportadas en

conocimientos , experiencias, nuevas estrategias y tecnologías, produce Proactividad Positiva, que no tiene absolutamente nada que ver con la Proactividad común generadora sin intención de eventos no queridos.

Como conclusión, la Proactividad no debe ser tomada como un palabra de moda, que signifique solamente una característica personal o individual de una persona para estar siempre dispuesto a ayudar, o a actuar en determinadas situaciones, esto en determinadas Industrias es realmente peligroso. Lo que debemos generar es Proactividad Inteligente, producida a partir de todos los conocimientos disponibles de la Humanidad ,y en particular de la especialidad, nuevamente, esto solo se puede lograr mediante un concepto que unifique y potencie los esfuerzos organizacionales, según mis conclusiones, el Gerenciamiento de Activos Físicos pretende producir Proactividad Inteligente , este es su más preciado logro , el cual debe ser parte central de los Objetivos del área.

Creo que al fin hemos comprendido lo que las Compañías esperan del Departamento de Mantenimiento hoy en día, le requieren que este Integrado a la dinámica organizacional, le requieren que Aprenda y que genere Proactividad Inteligente, que asegure Salud y Disponibilidad de los Activos Físicos para obtener el mejor retorno sobre la inversión, a través del Gerenciamiento Integral de los mismos, aprovechando todo el “know How” existente, tanto dentro de la organización como fuera de ella.

7.4.3 Objetivos del Modelo

El Objetivo fundamental del Modelo, es lograr Disponibilidad de los Activos Físicos para la Producción, basados en el concepto del menor Costo Total del Ciclo de Vida de los Activos, esto genera la intersección óptima para alcanzar un Gerenciamiento de Activos de Excelencia.

Como vimos anteriormente, la Disponibilidad pareciera ser una palabra que encierra algo sencillo de lograr , pero cuando los equipos son críticos , únicos , complejos , de

última generación tecnológica y deben estar 100 % del tiempo operativos, la Disponibilidad pasa a ser un objetivo muy difícil de cumplir, hay que recorrer caminos de excelencia para lograrla.

Como también presentamos oportunamente, podemos desglosar a la **Disponibilidad** en dos vertientes:

-Una asociada a la Proactividad Inteligente, hablamos de **Confiabilidad**.

-Otra asociada al Mantenimiento Invasivo de Excelencia, hablamos de **Mantenibilidad**.

Ambos conceptos son importantísimos, pero la Confiabilidad es el soporte fundamental del Gerenciamiento de Activos, si logramos Confiabilidad habremos alcanzado el nivel más alto de desarrollo, ya que minimizaremos las fallas y sus consecuencias, y reduciremos a la mínima expresión la necesidad de intervenciones invasivas de los equipos.

Por otro lado, hemos demostrado largamente en el Capítulo 1, que son infinitamente mayores los costos de la falla producida, que cualquier actividad de mantenimiento que la evite.

Por lo tanto:

-El Objetivo fundamental del Modelo es **lograr Confiabilidad de los Activos Físicos para la Producción**.

-El Objetivo de respaldo del fundamental, es **alcanzar Mantenibilidad de nivel “World Class”**, para minimizar las pérdidas por retrabajos, fallas originadas en un mal mantenimiento y tiempos excesivos insumidos por falta de Planificación y Programación.

-Todo esto amparado en una estrategia de **Menor Costo Total del Ciclo de Vida de los Activos**, que condiciona a la Organización de Mantenimiento a ser, no solo **Eficaz** a través de los dos objetivos primarios , sino también **Eficiente**, para permitir un desarrollo sustentable del Área, de la Compañía y del Entorno en el cual desarrolla sus actividades.

7.4.4 Estrategias del Modelo

Las Estrategias para el logro de Objetivos de Disponibilidad (Confiabilidad y Mantenibilidad), basados en el Menor Costo Total del Ciclo de Vida de los Activos son variadas, ya vimos la cantidad de técnicas, tecnologías y metodologías posibles de usar, también presentamos el estudio de Ledet que demostró la necesidad de integrar todas las herramientas existentes en pos del logro de los Objetivos, pero hay una única forma de desarrollar e implementar una Estrategia de este tipo en las Industrias presentadas como base para la implementación del Modelo, la misma es “**Gerenciar los Activos Físicos Basados en la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad**”.

Esto es así por todos los conceptos vertidos durante el trabajo, ya que se requiere conocimientos específicos en esta áreas para el logro de los objetivos, pues estamos hablando de Máquinas e Instalaciones o mejor dicho de Activos Físicos, por supuesto existirán áreas de soporte, que necesariamente tienen su origen en otras especialidades, pero el área central necesariamente deberá estar compuesta por la especialidad Ingenieril.

A modo de ejemplo, no podríamos concebir un Centro de Salud de Excelencia sin el Profesional Médico, en sus diferentes especialidades, como el generador de las estrategias del mismo.

Hay veces que en otras actividades, donde pareciera que los resultados no fueran tan definitivos como los producidos en el cuidado de la salud humana, se podrían inventar nuevas formas de Gerenciar los Activos basados en especialidades cuyos conocimientos no alcanzan, o no son los específicos requeridos por la actividad.

Es así que aparecen organizaciones de Mantenimiento dominadas por el área de Ejecución, otras dominadas por el área de Planificación, otras conducidas por Operaciones y hasta algunas totalmente tercerizadas en manos de Administradores Financieros o Contables, cuya especialidad hace que necesariamente se prioricen aspectos únicamente presupuestarios, sin tener en cuenta los resultados de mediano y largo plazo de las estrategias implementadas, esto termina destruyendo a la organización y hace peligrar los resultados de la Compañía.

Así como en Salud los errores se pagan con la muerte, en la especialidad de Activos Físicos, los errores se pagan con la destrucción de valor de los Activos Organizacionales.

No debe haber dudas en que el Mantenimiento o el Gerenciamiento de Activos Físicos debe estar Basado en la Ingeniería, el desglose resumido de estrategias de nivel mundial nos permitirá fundamentar este concepto

Cuando presentamos la estructura del Modelo, bajo el cuadro de Estrategias colocamos una serie de componentes principales a tener en cuenta y desarrollar para alcanzar los objetivos del área, estos son:

- Mejores Prácticas.
- Tecnologías.
- Análisis Proactivos.
- Benchmarking.
- Planificación y Programación.
- Políticas de Activos.
- Capacitación y Entrenamiento.
- Gestión de la Calidad.

No vamos a desarrollar en profundidad cada uno, alguno ya lo hemos tratado en capítulos anteriores (Análisis Proactivos/Tecnologías), porque por sí mismos son temas que podrían desarrollarse en diferentes tesis de este tipo, pero si podemos englobar todas las Estrategias en un cuadro de Mejores Prácticas que contenga a cada uno de

ellos, de tal forma de presentar directrices estratégicas que nos permitan visualizar la implementación de cada componente para el Gerenciamiento de Activos Físicos.

7.4.4.1 Estrategias —————> Mejores Prácticas

Hay una cantidad importante de Publicaciones proponiendo las Mejores Prácticas de la especialidad, vamos a presentar un set de 10 Mejores Prácticas, extraídas del libro “Maintenance Excellence Life-Cycle Decisions-John D. Campbell/Andrew K. S. Jardine –año 2001”, que pueden soportar al Modelo propuesto, las mismas son:

- 1-Estrategia de Mantenimiento.**
- 2-Organización/Recursos Humanos**
- 3-“Empowerment” del Empleado.**
- 4-Tácticas de mantenimiento.**
- 5- Análisis de Confiabilidad.**
- 6-Perfomance de Medidas y “Benchmarking”**
- 7- Tecnología de la Información..**
- 8- Planificación y Programación.**
- 9- Manejo de Materiales**
- 10-Reingeniería del Proceso de Mantenimiento.**

Estos son componentes fundamentales de cualquier organización de Gerenciamiento de Activos en la actualidad, se pueden desarrollar aún más o completar los mismos, pero es posible comenzar a andar el camino hacia la excelencia con los siguientes:

1-Estrategia de Mantenimiento

- El Departamento de Gerenciamiento de Activos Físicos tiene una Visión, una Misión, un grupo de Objetivos definidos y alineados con los de la empresa y un plan de implementación, todo el personal involucrado entiende claramente los mismos.***

Hablamos de este tema cuando presentamos la Visión, Misión y los Objetivos.

•La Misión y los Objetivos de Mantenimiento, claramente soportan a los resultados de la Compañía.

•Existe un plan estratégico para guiar los esfuerzos para las mejoras en el mantenimiento a largo plazo, que respalda y está vinculado a la estrategia corporativa general.

Se debe tener un Plan de Trabajo que permita el seguimiento y la consolidación de los objetivos.

•Existe un set de Políticas o guías principales de Mantenimiento. Mantenimiento es considerado y visto como un proceso, y no como una función.

Las Mejores Prácticas son parte de este ítem.

•La estrategia principal del Gerenciamiento de Activos es la Proactividad. Se realizan los mejores esfuerzos para evitar las fallas, si estas ocurren se tratan inmediatamente. Largamente hablamos sobre proactividad inteligente en este capítulo.

• El presupuesto de Mantenimiento Anual del Departamento se elabora conforme a un plan de mejora de los Activos a largo plazo, a las paradas programadas de acuerdo al Plan de Mantenimiento Preventivo, y al Monitoreo de Condición de los Activos. .

Resulta fundamental la Planificación y Programación para el desarrollo y ejecución del presupuesto Anual. Es vital conocer el estado de los equipos para desarrollar el Presupuesto de Mantenimiento, en esto el Mantenimiento Proactivo juega un rol fundamental.

• El Presupuesto de Mantenimiento tiene una reserva para todo proyecto en ejecución por el Departamento de Mantenimiento, pero si el Proyecto se conoce perfectamente con anticipación se debe presupuestar aparte.

Se debe presupuestar teniendo en cuenta los Proyectos, ya que estos tendrán influencia decisiva en el Plan de Mantenimiento.

2-Organización/Recursos Humanos

- ***El staff de Mantenimiento es adecuado, altamente capaz y experimentado. Las descripciones de los puestos funcionales están definidas en su totalidad, los organigramas están actualizados y reflejan las responsabilidades esperadas.***

Fundamental para que cada integrante de la Organización conozca sus responsabilidades y pueda actuar de acuerdo a ellas.

- ***La organización de Mantenimiento es descentralizada y organizada por áreas. Los supervisores de mantenimiento son responsables de al menos 12 a 15 trabajadores.***

Este es un indicador de Clase Mundial que asegura un adecuado control de la gestión de las áreas y sus recursos.

- ***Existe un adecuado soporte del “staff” para permitir que los supervisores de mantenimiento inviertan > 75% de su tiempo en apoyo directo a su gente.***

El “coaching” o la acción de guiar es vital para obtener resultados de excelencia, la relación supervisor-operario esta basada en este concepto en las organizaciones actuales.

- ***Las horas extras se administran y distribuyen igualmente entre todas las áreas y no exceden el 5% del total de las horas-hombre anuales de mantenimiento..***

El Indicador de horas extras es uno de los más importantes para determinar la eficacia y la eficiencia de Mantenimiento, si se deben realizar horas extras por encima del 5% seguramente no tenemos Proactividad Inteligente que permita Planificar y Programar.

- ***La capacitación técnica regular se brinda a todos los empleados y es superior a los 5 días/año/empleado. Los supervisores de mantenimiento reciben capacitación formal***

para la supervisión como parte de sus planes individuales de desarrollo.

La capacitación es un componente vital del Gerenciamiento de Activos. Por otro lado, muchas compañías dan por sentado que la supervisión supera las expectativas en el manejo del personal, muchas veces gran parte de los problemas se concentran en este nivel central de la organización, el éxito dependerá de una supervisión con excelencia técnica y desde el punto de vista del liderazgo.

- *Existe un programa de aprendizaje formal para tratar las necesidades del Departamento de Mantenimiento para los oficios calificados. Se establecen patrones claros para llevar a la práctica los programas de aprendizaje.*

Debe haber un programa claro de desarrollo para cada componente de la organización, pues esto redundará en un elevado nivel de conocimientos y compromiso de los recursos humanos de la organización.

- *El pago individual se basa en las habilidades y el conocimiento demostrado, y/o en la productividad y los resultados.*

Fundamental para mantener a la organización en permanente desarrollo.

- *Los contratistas se utilizan para aumentar el personal de planta durante las paradas, y las paradas programadas y/o para los proyectos específicos o trabajos especializados. Su costo/beneficio se revisa periódicamente.*

Como expresamos los trabajos contratados deben tener la misma Calidad que los propios, por lo tanto se debe analizar cada uno de los resultados de los mismos.

3-Empowerment del empleado

- *No existe una organización de “Comando y Control”, se permite la participación en las decisiones y acciones.*

Los empleados participan y hacen la mejora continua.

- *Los operarios con varias habilidades (por ejemplo: mecánicos electricistas,*

electricistas mecánicos, electricistas instrumentistas) son una clave de la organización.

La especialización es fundamental, si a esto le agregamos conocimientos de otras especialidades, estamos ante el operario ideal, esto no es sencillo de conseguir, los que lo logran normalmente ocupan puestos superiores dentro de la organización.

• Los operadores entienden los equipos que manejan, realizan tareas menores de Mantenimiento como limpieza, lubricación, ajustes menores o reparaciones menores, que normalmente no requieren herramientas.

Asociado al concepto del TPM, ya explicado.

• Los Supervisores discuten regularmente la performance y los costos con sus equipos de trabajo.

Es importante analizar los resultados de las actividades de ejecución, se lo puede hacer con los indicadores asociados a retrabajo, MTTR, MTBF, etc

• Existen equipos de mejora continua y están activos.

El ejecutor de trabajos Planificados y en Emergencia, conoce profundamente la instalación, sus conocimientos deben ser aprovechados para generar mejoras desde la base organizacional.

• La mayor parte del trabajo lo realizan equipos de trabajo auto-dirigidos de operadores, operarios de mantenimiento e ingenieros.

• Mantenimiento es parte del equipo involucrado durante el diseño y habilitación de los equipos nuevos, de las modificaciones y agregados a la planta.

Esto lo vimos cuando analizamos el desarrollo del área de Mantenimiento y la necesaria participación de la Ingeniería en este tema

• Operaciones pueden obtener el soporte necesario después de hora en forma rápida y

con un esfuerzo mínimo de las cuadrillas de mantenimiento, las mismas definirán que soporte necesitarán sin necesidad de referencia del supervisor. Operaciones no decide a quién llamar

Se deben tener un sistema de guardias pasivas que soporten la operación en horas no laborables.

- *Existe un trato preferencial con proveedores y contratistas claves.*

4-Tácticas de Mantenimiento

- *Menos del 5% del total de horas-hombre de mantenimiento disponibles se destina a emergencias.(paradas no programadas)*

Esto se deberá lograr mejorando integralmente el Gerenciamiento de Activos Físicos, es un indicador “World Class”.

- *El uso de técnicas de mantenimiento basadas en la condición tales como el análisis de vibraciones, el muestreo de aceite, ensayos no destructivos y el monitoreo de performance, está extendido y favorecido con respecto al mantenimiento basado en el tiempo o los ciclos.*

Ya expresamos la importancia del Monitoreo de Condición respecto de Políticas invasivas de Mantenimiento.

- *El Mantenimiento Preventivo y/o Predictivo, representan más del 60% del total de horas de mantenimiento.*

Esta condición como veremos en próximos capítulos es uno de los indicadores de clase mundial.

- *El Cumplimiento del Mtto Preventivo más el Mtto Predictivo (Mtto Proactivo) es alto: 95 % o más del Mtto Proactivo Programado es ejecutado según el programa.*

Este será otro de los indicadores de clase mundial. Una vez desarrollados los Análisis

Proactivos y generada la Proactividad Inteligente a través de la implementación de Políticas de Mantenimiento asociadas, los Planes Proactivos derivados son como leyes del área y se deben cumplir sin opciones, ya que hay mucha investigación y trabajo detrás de los mismos.

• Existe un programa formal, que utiliza los resultados de las inspecciones del Mantenimiento Preventivo/Predictivo y los datos del historial de fallas para refinar y mejorar continuamente la efectividad del programa de Mantenimiento Proactivo.

Como vimos , es importantísimo en hs hombre el trabajo que se genera a partir de la ejecución del Mtto Proactivo, y es a través de estas actividades que nos anticipamos a las fallas.

•Para nuevos equipos, se analizan las recomendaciones de mantenimiento del fabricante y luego se ajustan a nuestro ámbito y necesidades.

Es importante saber que el fabricante generará un Plan Preventivo muy extenso que hará reducir la Disponibilidad de los equipos, hoy las tecnologías de monitoreo han superado largamente estos Planes Preventivos, siendo posible reemplaza los mismos por actividades Proactivas.

.• Existe un programa formal, Basado en Confiabilidad, para determinar las correctas rutinas de Mtto Proactivo a implementar. Este es utilizado permanentemente para ajustar y mejorar el Mtto Proactivo, determinando las tácticas y rutinas correctas (basadas en el tiempo, en la condición, etc.).

Vital, observado cuando hablamos de Tácticas y Estrategias de Mantenimiento.

5-Análisis de Confiabilidad

• El historial de los equipos es mantenido para todos los componentes de los mismos, mostrando las causas de fallas y el trabajo de reparación completo.

El desarrollo de un CMMS (Computarizad Maintenance Management System) con un

historial completo y confiable, permitirá el Aprendizaje Organizacional, mediante las acciones mejoradas a futuro derivadas de eventos de fallas acontecidos. Importantísima actividad que permite utilizar el espejo retrovisor para aprender de la historia y mejorar la gestión del área.

• Las fallas de los equipos son analizadas para determinar las causas raíces y generar medidas preventivas. Los esfuerzos para prevenir las fallas son exitosos, se eliminan los problemas y no se generan nuevas fallas

El RCA es un componente vital de un Gerenciamiento de Activos de excelencia, las fallas deben ser analizadas para poder evitarse a futuro a través de modificaciones de las Políticas de Activos o mejoras de los equipos.

• Se llevan estadísticas de confiabilidad para todos los equipos críticos, Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y Disponibilidad de Activos se miden y reportan con regularidad.

Indicadores claves para evaluar la Confiabilidad de los Activos y mejorar la misma.

•Análisis de Riesgo han sido llevados adelante para optimizar el Programa de Mantenimiento.

Por supuesto, el análisis de criticidad de equipos, involucra el análisis de riesgo de tal forma de ajustar el programa de Mto según sus resultados.

•Todos los equipos se han clasificado en base a su importancia para las operaciones y la seguridad de la planta. La clasificación se utiliza para ayudar a determinar las prioridades en el pedido de trabajo y para direccionar los recursos de ingeniería. Se priorizan las tareas sobre equipos críticos.

El Análisis de Criticidad es el paso inicial para Gerenciar los Activos, cada Activo debe tener su análisis, este se utilizará para el desarrollo de los Análisis Proactivos y para la priorización de recursos, ya que según la criticidad serán las Políticas de Mantenimiento a implementar.

- *Estadísticas de Confiabilidad son realizadas, los recursos humanos de mantenimiento saben cuales son los equipos con complicaciones y cuales los que tienen un funcionamiento confiable.*

Es fundamental realizar estos análisis para focalizar los esfuerzos sobre los denominados “malos actores”.

- *El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad u otros análisis formales se utilizan para determinar las rutinas de mantenimiento óptimas a realizar.*

Visto en el Capítulo de Análisis Proactivos.

6-Performance de medidas y puntos de referencia (benchmarking)

- *Los costo laborales y de repuestos, son analizados y controlados, para los sistemas y equipos claves.*

Este control permite visualizar donde están los mayores costos, y actuar para reducir los mismos, si es posible.

- *El historial de Paradas es continuamente alimentado, para generar a través de esta historia, la mejora continua.*

Al igual que en MP anteriores, el historial es vital para la mejora continua.

- *El departamento de mantenimiento, cuenta con una serie de indicadores de performance, que se miden y analizan rutinariamente, para monitorear los resultados relativos a la estrategia de mantenimiento y el proceso de mejoras.*

Fundamental para tener permanentemente en control la gestión y los resultado del área.

- *Todas las áreas de mantenimiento, pueden ver y comprender la relación entre su trabajo y los resultados de todo el departamento. Si un área en particular tiene debilidades, pueden verlas y corregirlas.*

Por supuesto, se analizan los resultados por especialidad (electricidad, instrumentos,

estáticos, rotantes, sistemas, etc), para visualizar donde existen mayores posibilidades de mejora.

- ***Todo el personal de mantenimiento, ha sido capacitado o se le ha enseñado el significado de las mediciones que están en uso, y puede determinar si la performance en general está mejorando o no.***

Elemento vital para que todos los componentes del área estén consustanciados con las Políticas de Activos implementadas y con los resultados obtenidos.

- ***Se realizan comparaciones internas de las mejores prácticas por área o planta, y/o contra Normas Industriales.***

Es importante llevar un crecimiento balanceado de todas las áreas, para alcanzar el éxito, evitando resistencias organizacionales sin sentido.

- ***Las mediciones de performance se publican regularmente y están disponibles / visibles para que las vea y lea todo el personal del departamento.***

Veremos Indicadores de Nivel “World Class” en el próximo capítulo de la tesis. Estos permiten saber como estamos posicionados respecto de las Mejores Organizaciones mundiales de la especialidad.

- ***La performance de mantenimiento de las organizaciones “mejores en su clase” se ha establecido como punto de referencia y se utiliza para determinar objetivos específicos para los indicadores de desempeño.***

El Benchmarking es una metodología muy utilizada para poder compararse con los mejores, el Gerenciamiento de Activos define esta metodología como inevitable para lograr Aprendizaje Organizacional.

7-Tecnología de la información

- ***El CMMS está totalmente integrado con el manejo de los materiales y los sistemas***

financieros del site.

Fundamental para poder determinar existencias de partes y además para poder generar pedidos a través del sistema.

• El sistema computacional de mantenimiento se utiliza para respaldar y mejorar las actividades de mantenimiento del área. Este sistema, no es un agujero negro donde se cargan datos que luego nunca se usan.

Todo el historial de Mantenimiento de los Activos, las solicitudes de materiales, el historial de fallas debe estar integrado en el CMMS, y estos datos deben ser gerenciados para permitir su uso diario en forma sencilla.

• El sistema es fácil de usar y toda la gente está entrenada en la operación del mismo.

• Los Planificadores y Programadores utilizan el CMMS (Computational Maintenance Management System) , para planificar los trabajos y seleccionar y reservas repuestos y materiales.

• Hallar los repuestos en el sistema es fácil, el stock está revisionado periódicamente, y el historial del equipo está en el mismo CMMS.

• La programación de las paradas programadas principales y las paradas se realiza utilizando un sistema de manejo de proyectos que determina el paso crítico y los niveles de recursos requeridos.

• Los programas automatizados para el análisis de datos y pronóstico se utilizan para respaldar las técnicas de mantenimiento basadas en las condición (herramientas PdM) que se utilizan en el site.

Existe un gran desarrollo tecnológico en esta área que debe ser aprovechado ya que mejora sustancialmente la capacidad de diagnóstico.

- ***Sistema expertos son utilizados donde los diagnósticos son complejos.***

Desde hace algunos años el mercado está desarrollando sistemas de decisión centralizados que utilizan todas las herramientas que vimos y toda la historia generada en los CMMS de Mantenimiento para soportar decisiones estratégicas.

8-Planificación y Programación

- ***El Departamento cuenta con un registro completo de los Activos en Planta, que enumera todos los equipos que requieren algún tipo de mantenimiento o soporte de Ingeniería durante su vida útil.***

Fundamental tener identificados los Activos , dados de alta en el CMMS y con su Análisis de Criticidad, este es el primer escalón para generar Proactividad Inteligente.

- ***Más del 90% del trabajo de mantenimiento está cubierto por una “orden de trabajo estándar”, un pedido de trabajo de mantenimiento proactivo (PM o PdM), una check-list de inspección, o un pedido de trabajo de rutina o regular.***

Este Indicador nos da una idea de la Proactividad Inteligente del área, si aparecen muchos requerimientos no planificados (emergencias y urgencias), será la primer señal que no estamos Gerenciando eficazmente los Activos Físicos. Es fundamental que este Indicador se mantenga lo más elevado posible.

- ***Más del 80% de los pedidos de mantenimiento no codificados como emergencia (preventivo, predictivo, proactivo y reparación) se planifican formalmente y son estimados (con tareas, duración, oficio, materiales y herramientas identificadas) de acuerdo a las experiencias y conocimientos de la especialidad.***

Esto permitirá planificar correctamente los recursos, y a su vez mejorar si se requiere.

- ***La función de Planificación de Mantenimiento está organizada como un departamento aparte, que le permita especializarse en técnicas de planificación y centrarse en trabajos a futuro.***

Es muy importante poseer un área de Planificación y Programación que soporte al Gerenciamiento de Activos, es el nexo ente la Ingeniería de Confiabilidad y las áreas de Ejecución.

- ***Existe un modelo de proceso de manejo del trabajo y se utiliza de igual forma en todo el site.***

Los departamentos que interactúan con Mantenimiento deben generar documentos (avisos de trabajo) dirigidos a Planificación para requerir la Programación de la tarea.

Existe un proceso que prioriza los avisos de acuerdo a su codificación (Emergencia,Urgencia,Normal)

- ***Los planificadores utilizan su conocimiento y el conocimiento del personal de las cuadrillas para preparar los tiempos estándar para las tareas repetitivas.***

Aprendizaje Organizacional.

- ***Hay en uso un sistema de prioridad para todos los pedidos de trabajo.***

Se maneja a través del CMMS dando un código al aviso de mantenimiento generado.

- ***El código de prioridad para las actividades está bien definido, se establece utilizando criterios pre-determinados, que incluyen la criticidad de los equipos y el tipo de trabajo.***

Emergencias (atención inmediata), urgencia(dentro de las 24/48 hs), normal (72 hs o más)

- ***Se desarrollan programas de trabajo semanales en cooperación con producción e ingeniería para todas las áreas de las instalaciones.***

Sin la interacción con Producción e Ingeniería , la Programación fracasará ya que chocará contra programas desarrollados en esas áreas, esta es la base del Gerenciamiento de los Activos Físicos , se debe interactuar.

- **Los programas se basan en el equilibrio de las prioridades de trabajo establecidas por producción, con la capacidad neta de cada especialidad, teniendo en cuenta los requerimientos del trabajo de emergencia y del servicio de apoyo diario a los clientes.**

Los recursos son finitos y su óptimo gerenciamiento producirá una organización donde el trabajo fluya naturalmente.

- **Todos los pedidos de trabajo al departamento de mantenimiento, sin importar su fuente u originador se documentan utilizando el mismo proceso.**

Idem anterior, se manejan a través del CMMS.

- **Todas la Paradas de Planta son Programadas mediante herramientas específicas que muestran los trabajos, recursos, tiempos y secuencias de tareas.**

- **Los trabajos pendientes se miden y pronostican para cada especialidad, el trabajo pendiente no debe pasar de las 3 semanas**

Este item quiere aplicar lo que los Norteamericanos llaman “Backlog”, que mide la acumulación de tareas de Mantenimiento requeridas sin realizar, como indicador “World Class” no debe superar 3 a 4 semanas.

- **Planes de Largo Plazo (1-5 años) son usados para hacer un seguimiento de las tareas de mantenimiento y de parada de planta, y para preparar los presupuestos del área.**

9-Manejo de Materiales

- **Los agotamientos de stock representan menos del 3% de los pedidos; las partes están disponibles tan pronto como se las necesitan.**

El llamado “stock out” es uno de los indicadores fundamentales del almacén, a través del mismo se determina si se debe revisar la política de stock.

- ***Repuestos y materiales están disponibles para su uso donde y cuando se necesiten.***
- ***Existe un proceso para la entrega de repuestos al lugar del trabajo, y se lo utiliza adecuadamente.***
- ***Los repuestos y los materiales se reaprovisionan automáticamente antes de que se agote el inventario y sin que lo requieran las cuadrillas de mantenimiento.***
A través del CMMS se logra automáticamente reponer inventario.
- ***Se utiliza un pañol central para almacenar y manejar las herramientas especiales; las herramientas se reparan y/o se reemplazan según sea necesario.***
El almacén gerencia las herramientas generales, las mismas deben estar en condiciones para su uso en cualquier momento.
- ***El inventario se revisa regularmente para identificar y borrar los ítems que no se utilizan con frecuencia o que son obsoletos.***
- ***Mensualmente se realiza un análisis ABC del inventario.***
- ***Compras / almacenes, puede adquirir repuestos de emergencia que no están en existencia en forma rápida y con el tiempo suficiente para evitar que la planta esté fuera de operación.***
- ***Los puntos de pedido y las cantidades se basan en el tiempo, el stock de seguridad y las cantidades solicitadas.***
Estrategias comunes de almacenes.
- ***El inventario se controla utilizando un sistema computarizado que está totalmente integrado al manejo de mantenimiento y al sistema de planificación de trabajos.***
CMMS de Mantenimiento, normal en este tipo de Industrias.

- *Existe un proceso para la devolución de los repuestos no usados al stock y se lo utiliza coherentemente.*

10-Re-Ingeniería de Procesos

- *Se han identificado y mapeado los procesos de mantenimiento claves de la Instalación, mantenimiento planificado y mantenimiento correctivo, etc. Estos mapas son claros exponentes de los procesos seguidos por el Departamento.*

- *Los procesos clave de mantenimiento se revisan y rediseñan con regularidad para reducir o eliminar las actividades que no agregan valor.*

Es importante desarrollar los Procesos en forma de diagramas que permitan rápidamente visualizar la gestión del Departamento, de esta manera se pueden mejorar los diseños a partir del Aprendizaje Organizacional

- *El CMMS y/u otros sistemas de manejo se utilizan para automatizar los procesos del flujo de trabajo.*

- *La diagramación y el rediseño de los procesos han sido extendidos a los procesos de respaldo al área administrativa y técnica.*

- *Se miden y monitorean rutinariamente los costos, calidad y tiempos del proceso de mantenimiento, se conocen los costos de cada actividad.*

7.5 Conclusión:

Las Estrategias de Gerenciamiento de Activos Físicos deben estar alineadas con las demás áreas, el área genera sus estrategias de acuerdo a los requerimientos de la Compañía y a sus propios conocimientos , recursos y experiencias, las Mejores Prácticas nos acercan el conocimiento mundial en la especialidad, resulta fundamental generar un set de Mejores Prácticas para poder Planificar y Programar el desarrollo organizacional, las Mejores Prácticas también deberán evolucionar con el desarrollo tecnológico y del conocimiento, es un camino sin fin, que apunta a mantenerse en el nivel más elevado de las Organizaciones de Gerenciamiento de Activos.

La estructura ósea del Modelo, evolucionó hacia un **“Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad”**.

Desarrollamos la Misión y la soportamos filosófica y estratégicamente, imaginamos la Visión alineada con caminos de excelencia y superación, presentamos los objetivos de base de una organización de Gerenciamiento de Activos de Excelencia, y plasmamos las estrategias de implementación en un set de Mejores Prácticas, que condensan todas las posibles acciones a desarrollar para el soporte del Modelo.

Cuando comencé la tesis, mis objetivos se focalizaban en estructurar la idea que permita evolucionar hacia un Mantenimiento Industrial que logre resultados de primer nivel internacional en nuestro país, la guía para implementar un Modelo de Excelencia se logró y fundamentó durante el transcurso del presente trabajo.

Llegó el momento de presentar una de las posibles estructuras organizacionales, que permitan el funcionamiento del Modelo propuesto, y desarrollar ejemplos reales que confirmen la potencialidad del mismo.

CAPITULO 8

Gerencia de Activos Físicos

Basada en la Ingeniería

“Cuando uno vivió durante años inmerso en organizaciones asociadas a Plantas Industriales como las que tratamos en este trabajo, la primer pregunta que se nos viene a la mente es, ¿Por qué , si las fallas de los Activos Físicos cruzan transversalmente a las áreas de Mantenimiento , Producción, Procesos, Proyectos y a la Compañía en general, estos sectores no han realizado los esfuerzos necesarios para compartir los conocimientos, experiencias y recursos en pos de un mejor resultado”

8.1 Proceso de Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería

Solo el ser humano y las propias organizaciones pueden explicarlo, existen infinidad de problemas sectoriales y de los líderes organizacionales, que hacen que la aplicación del “Sentido Común” no pueda llevarse a buen término, competencias entre áreas, ambición desmedida, problemas interpersonales, diferencias de conocimientos, valores humanos dejados de lado (Respeto,Integridad, Honestidad,etc), y un sinnúmero de temas mas , normalmente asociados al Ser Humano y a los vicios organizacionales, impiden el desarrollo.

Es increíble observar , como en muchas oportunidades se induce al error del semejante para obtener beneficios personales dentro de la organización , sin importar o

entender que los resultados afectarán a todos, es una especie de “canibalismo” que genera organizaciones individualistas, sin rumbo fijo, movidas por intereses particulares, que no hacen otra cosa que hacer fracasar los esfuerzos superadores.

Ni hablar, si como suele expresarse, la Compañía pasa por tiempos de “vacas gordas”, esto provoca normalmente todo tipo de desarreglos organizacionales, que en el resultado final no se alcanzan a visualizar, pero que de mantenerse en el tiempo generarán un lento deterioro, provocando, cuando la Compañía deba ajustar sus números por situaciones externas comprometidas, profundas crisis muy difíciles de superar.

El Gerenciamiento de Activos Físicos pretender arrancar de raíz esta metodología, no es sencillo, son años de Culturas Individualistas y de malas Políticas Organizacionales.

La Cultura de los Líderes de generaciones pasadas y actuales normalmente no admite compartir el éxito, no se quiere perder terreno, se trata de una competencia hacia el precipicio, es un suicidio colectivo, y pensar que tan solo el comenzar a utilizar el buen “sentido común”, soportado en los valores humanos fundamentales de cualquier organización, podría abrir el camino hacia el éxito.

Por todo lo expresado, recomiendo a través del Modelo, un fuerte Liderazgo en la posición del Gerente de Activos Físicos, esta posición debe estar cubierta por un Ingeniero (con MBA si es factible) de profundos conocimientos Técnicos, Tácticos, Estratégicos y Filosóficos, asociados al perfil de una personalidad abierta, comunicativa, y a su vez con una gran fortaleza y convicción personal para alcanzar el éxito, que conozca claramente los impactos Económicos y Financieros de sus decisiones, para poder actuar en consecuencia.

Esta posición debe inducir las “transformaciones”, lo debe hacer con conocimientos, pero también convenciendo y liderando sobre el mejor camino, teniendo como estandarte los valores humanos imprescindibles para el desarrollo, con el objetivo de obtener la mayor rentabilidad sobre la inversión en activos organizacionales.

El área debe poseer un “staff” de gran nivel profesional, cuyos conocimientos abarquen todas las especialidades (Equipos Estáticos, Rotativos, Eléctricos, Electrónica, Sistemas, Instrumentación, incluyendo Operaciones y Procesos), que

conozcan las nuevas tecnologías , tácticas y estrategias industriales , y que a su vez como vimos en capítulos anteriores, tengan gran capacidad de interactuar y generar aprendizaje.

Este grupo le aportará toda la base de Mejores Prácticas, Análisis Proactivos, Técnicas Predictivas, nuevas Tecnologías, Calidad y Procedimientos de Mantenimiento y Operativos, aplicación de Normativas Internacionales, desarrollo de Indicadores “World Class”, e interacción con otros Departamentos de la Compañía (Finanzas, Compras, Proyectos, Comercial, etc), también deberán generar el Presupuesto en conjunto con Planificación.

Adicionalmente, se deberá contar con un área de Planificación y Programación, que llevará a la realidad todo el “know how” aplicado desarrollado por el Staff de Ingeniería.

Planificación también estará fuertemente dominada por profesionales Ingenieros, que puedan interactuar con el staff para el desarrollo del CMMS de Mantenimiento y Operaciones, a través de la cual se plasmarán todas las Políticas originadas por el nivel estratégico.

En el cierre del proceso, aparecerá la Ejecución de Mantenimiento y Operaciones, la cual estará compuesta normalmente por profesionales Técnicos altamente calificados, que aplicarán todo el conocimiento acumulado directamente a los Activos , cualquier desequilibrio en estas áreas componentes del Gerenciamiento de Activos Físicos, provocará el fracaso, no sirve que la Ingeniería sea brillante, si la ejecución es deficiente o la Planificación no programa todas las actividades requeridas, o viceversa.

La ejecución, será soportada directamente por el staff de Ingeniería de Mantenimiento, el Líder de Producción y por Planificación y Programación; la Ingeniería de Confiabilidad estará permanentemente analizando las salidas del proceso y realimentando las Políticas con el Aprendizaje Organizacional.

Los resultados de todo el Proceso, serán colectados en el CMMS (Computational Maintenance Management System), se analizarán y contrastarán los Indicadores con los de nivel “World Class” en el “staff”, para generar un proceso de Mejora Continua.

Nota: por encima del CMMS, en la actualidad aparecen las plataformas de sistemas APM (Asset Performance Management) que tomando automáticamente toda la data de ejecución y gestión de los Activos Físicos (datos estadísticos e impactos productivos y económicos) construyen el mapa decisorio de base con todas las herramientas estadísticas, de análisis y económico-financieras observadas en capítulos anteriores, estos sistemas pasan a ser fundamentales para soportar todo la planificación de modificaciones, mejoras e inversiones anuales que apuntalan el crecimiento productivo. Como ya expresamos, la cantidad de variables a tratar en este tipo de Plantas Industriales exige un manejo ordenado y sistémico de toda la información generada, para sobre este umbral superior generar la mejores decisiones para el área de Operaciones Industriales.

Algunos ejemplos comerciales de estos APM son MERIDIUM , ARMS, etc; estas plataformas se basan en el manejo integrado de toda la información de los Activos Físicos, alineándose filosóficamente con los conceptos claves del Gerenciamiento de Activos Físicos expresados en los estándares de la PAS 55.

Ref.: PAS 55-Asset Management-British Standards Institutions (BSI)

A esta altura, se generan claramente dos niveles en la estructura organizacional, uno **“Estratégico”**, con perspectiva de mediano y largo plazo, compuesto por la **“Ingeniería de Confiabilidad”** y la **“Planificación y Programación Estratégica”**; y el otro **“Operativo”** con focalización en el corto plazo , como se dice normalmente en el “día a día”, integrado por la **“Ingeniería de Mantenimiento”**, **Producción (normalmente el líder del área)**, la **“Planificación y Programación semanal”** y la **“Ejecución del Mantenimiento y la Operación”** en sus diferentes especialidades.

Esta divisoria permite a los recursos humanos involucrados, focalizarse en la búsqueda de la “Excelencia” en cada ámbito de responsabilidad, con una gran “Sinergia”, alcanzando el máximo desarrollo, y convirtiéndose en una “Organización Basada en el Aprendizaje”, pues se evita la duplicación de puestos y el desaprovechamiento del “Staff” de la Gerencia de Operaciones.

8.1.1 El Proceso en nuestro País

Teniendo en cuenta el ámbito de aplicación (Argentina), normalmente, los especialistas en Activos Físicos en nuestras organizaciones, se originan y concentran en los Departamentos de Mantenimiento, ya que las áreas Operativas, de Procesos y de Proyectos, han sufrido permanentes sangrías que las han reducido a su mínima expresión. Favorecido este fenómeno por la aparición de Proyectos llave en mano, concentración de estas áreas en las centrales de las Compañías Multinacionales y otras metodologías de Tercerización que provocaron vaciamientos de conocimientos dentro de las organizaciones, posicionando al “staff” profesional de Mantenimiento en todos los análisis de problemáticas de la Planta Industrial, sean originados en problemas operativos, de procesos o del propio mantenimiento, es como la reserva de valor de las organizaciones productivas.

Basado en estas apreciaciones, y en los recursos al alcance, podríamos desdoblarse el manejo estratégico y operativo de los Activos Físicos en dos áreas estrechamente vinculadas, la Ingeniería de Confiabilidad por un lado y la Ingeniería de Mantenimiento por el otro.

La primera, focalizada en el mediano y largo plazo, se encargará de generar las Políticas de Activos Físicos mediante la generación de los Análisis Proactivos (RCA; FMEA; RCM; RBI; etc), el desarrollo de Modelos Proactivos de anticipación de fallas mediante la utilización de variables de procesos Six Sigma, desarrollo e implementación de mejoras a procedimientos operativos y de mantenimiento, generación de mejoras al diseño, implementación de nuevas tecnologías predictivas y de monitoreo continuo, implementación de Plataformas Informáticas de Gerenciamiento de Activos, etc.

La segunda está fundamentada, como expresamos anteriormente, en el corto plazo, y se hará cargo del soporte del área de ejecución de mantenimiento y operaciones, mediante la utilización de todo el “expertise” técnico que posee el profesional sobre los Activos Físicos, velando por la aplicación de los procedimientos de ejecución, materiales adecuados, Normas con incumbencia, pasando sus conocimientos técnicos a las áreas de ejecución, atacando problemáticas en urgencias y emergencias, etc.

En las condiciones difíciles, que nuestro país viene soportando en su sector industrial en los últimos años, normalmente estas áreas se solapan y se generan especialistas por incumbencia de Activos Físicos (instrumentos ; rotativos; estáticos; eléctricos; etc) y especialistas de Procesos/Operación, que tratan de cumplir la doble función, no es lo más aconsejable, se termina generando un gran “strees” sobre estos actores organizacionales , al no poder los mismos atender todas las demandas instantáneas y a su vez pensar en el mediano y largo plazo, muchas veces se generan profesionales insatisfechos, propensos a la desmoralización y a la espera que los eventos sucedan, sin lograr lo vital observado en esta tesis, cual es la anticipación de las fallas.

Las dos áreas son funcionales al proceso , y sus componentes requieren diferentes conocimientos para realizar el trabajo.

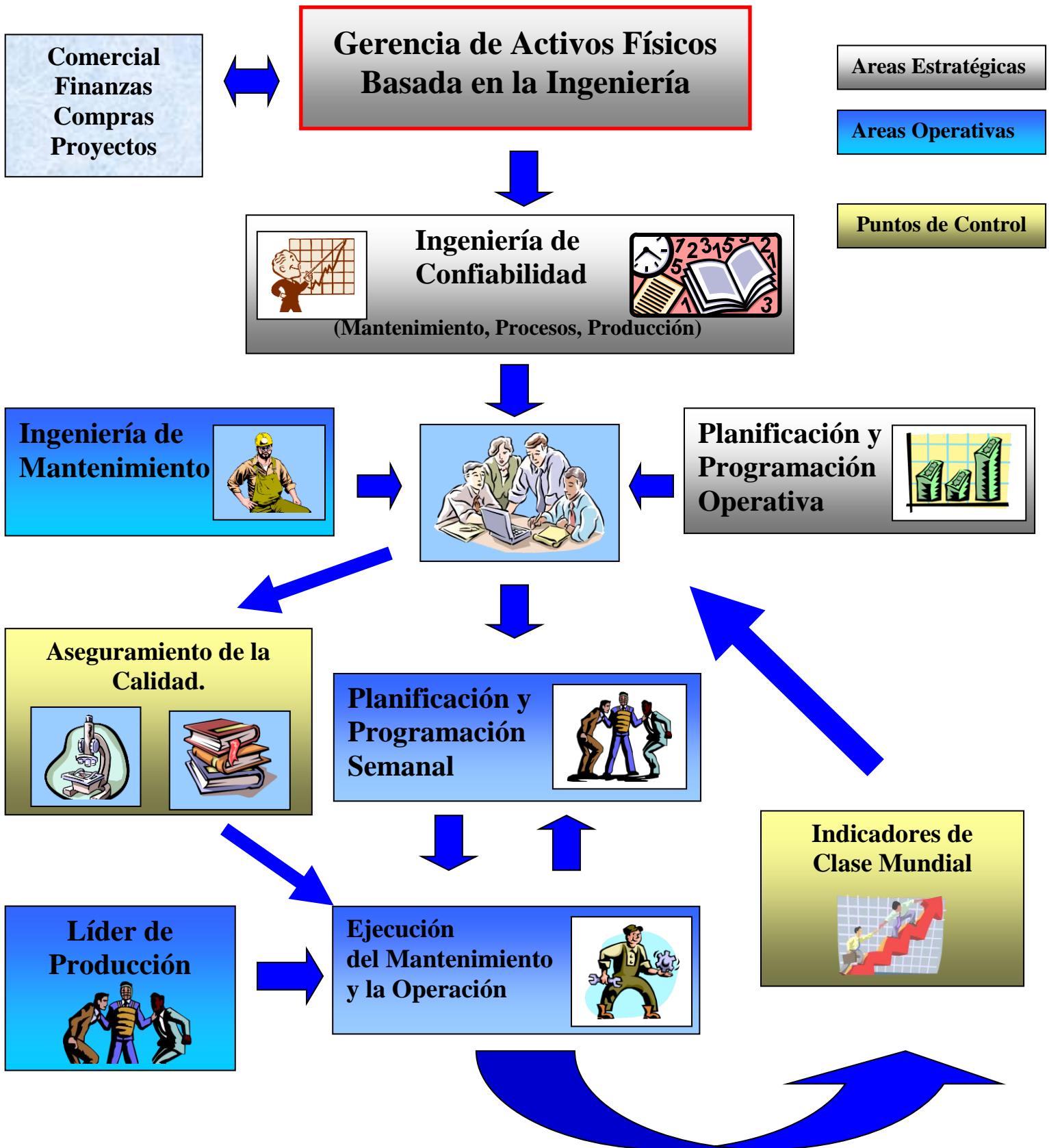
La Ingeniería de Confiabilidad, representa el área estratégica, aquí se piensa permanentemente en la optimización de las Políticas de Activos, se deberán poseer conocimientos estadísticos para generar y gestionar los Indicadores de Confiabilidad y Disponibilidad, las tecnologías que permitan profundizar el Mantenimiento Basado en la Condición, el conocimiento profundo de los Activos y del Proceso de tal manera de generar Modelos de anticipación de la fallas mediante las variables colectadas por los sistemas de control y monitoreo, etc.

La Ingeniería de Mantenimiento deberá estar necesariamente compuesta por profesionales especializados en los activos que dependen de ellos, conociendo profundamente el diseño de los equipos , sus capacidades, sus controles, su función dentro del proceso, conocimiento de las tácticas y técnicas de mantenimiento a emplear (Predictivo, Preventivo) y de las tecnologías y repuestos requeridos, es el área puramente técnica.

Ambas áreas, interactúan permanentemente en el análisis de resultados , análisis de fallas, mejoras de los procedimientos, participando activamente en los puntos de control.

8.1.2

El "PROCESO"



8.2 Análisis y Conclusión

Esto que parece tan sencillo y de “sentido común” , en realidad ha sido muy difícil de lograr en toda la historia de la Industria, causas muchas, como expresamos casi todas asociadas al factor humano y organizacional, en perjuicio de los resultados globales de las Compañías.

Es una falacia que se diluya la responsabilidad cuando se trabaja en equipo, sí es cierto que se comparten los éxitos y los fracasos, aquí ya se empieza a complicar la tarea, no se siente el trabajo en equipo en nuestras organizaciones, y si se lo intenta, normalmente es difícil de mantener en el tiempo.

Las organizaciones lamentablemente no alcanzan el nivel de Aprendientes, porque no hay altruismo para compartir conocimientos y hacer que estos conformen el “tesoro” de las mismas.

Por otro lado, con un Modelo de este tipo, hay que cruzar transversalmente estructuras y generar interacción, aquí también empezamos a encontrar barreras que en la mayoría de los casos se tornan insalvables.

Los desafíos de un mundo inmerso en una profunda crisis financiera, obligarán a replantear las organizaciones y hacerlas mucho más eficaces y eficientes, un gerente de una Pyme seguro no sobrevivirá a un solo fracaso, y sin embargo las grandes organizaciones se dan el lujo de perder oportunidades permanentemente, es inviable en el mediano y largo plazo.

La Cultura Organizacional será vital para tener éxito, la misma debe ser fundamentada en un profundo sentido de equipo y en valores éticos y morales intrínsecamente compartidos , sabiendo que se salvan todos o no se salva nadie.

Es lamentable, ver la dispersión de conocimientos sobre los Activos Físicos que existen en estas organizaciones, una aceptada interacción produciría inmediatamente la mejora.

Resulta interesante, ver como todos los análisis terminan en el mismo “factor común”, el SER HUMANO, de este dependerá el éxito organizacional.

En una época tan tecnificada, a veces es difícil entender como aún dependemos de

nuestras propias fuerzas para producir el cambio, pero es así, como vimos cuando hablamos del desarrollo de un Departamento de Mantenimiento, o cuando presentamos la Organización Aprendiziente, o la Proactividad Inteligente, siempre el último peldaño del desarrollo, que es el requerido por todos los condicionantes actuales, lo tendrá que alcanzar el componente más importante de las Organizaciones Industriales y de cualquier tipo, el SER HUMANO, nosotros tenemos la llave de la puerta del éxito, cuanto antes nos demos cuenta de esto, más pronto lograremos alcanzar los resultados que darán sustentabilidad a la actividad Industrial.

Vimos en el transcurso de este trabajo, las tácticas , estrategias y metodologías de primer nivel posibles de aplicar, no pretendí generar un Modelo cerrado de Gerenciamiento de Activos Físicos, pero sí fue la intención presentar los fundamentos básicos que deberían liderar el cambio.

Hemos desarrollado la columna vertebral del Modelo de “Gerencia de Activos Físicos Basada en la Ingeniería” a través de la generación de la Visión, Misión, Objetivos principales y Estrategias de los cuales surgen conceptos valiosos:

- Organización Basada en el Aprendizaje.
- Proactividad Inteligente.
- Profesionalismo.
- Mejor Retorno sobre la Inversión.
- Excelencia y Calidad en todos los Procesos.
- Disponibilidad.
- Confiabilidad.
- Mantenibilidad.
- Menor Costo Total del Ciclo de Vida de los Activos.
- Mejores Estrategias.
- Mejores Técnicas/Tecnologías.
- Eliminación de Fallas e Incidentes de Seguridad y Medio Ambiente.
- Mejores Prácticas.
- Benchmarking.

- Planificación y Programación.
- Políticas de Activos.
- Capacitación y Entrenamiento.
- Gestión de la Calidad.

El solo hecho, que Operación y Mantenimiento interactúen provocará grandes beneficios , tengo la certeza que el Gerenciamiento de Activos Físicos debe estar por encima de Producción y Mantenimiento, es un área integradora de la actividad.

La responsabilidad sobre la Confiabilidad, la Mantenibilidad y la Disponibilidad de los Activos Físicos, no es solo de Mantenimiento, es de Operaciones, es de Procesos, es de Proyectos, es de Producción, es de Compras, el Gerenciamiento de Activos tiene injerencia en todos los sectores, el mejor retorno sobre la inversión se dará con el esfuerzo mancomunado de todas las áreas, por supuesto la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad deberá guiar los esfuerzos para Gerenciar los Activos Físicos, ya que posee el conocimiento sobre los mismos, al igual que el Médico guía los esfuerzos sobre la Salud Humana (el mayor de los Activos) interactuando con diferentes sectores organizacionales.

Es claro, que cualquier intención de Gerenciar Activos Físicos, deberá estar Basada en un Staff profesionalizado, que pueda llevar adelante las transformaciones.

Un camino básico a seguir, esta dado por las siguientes acciones imprescindibles :

- 1-Identificación de los Activos Físicos/Valorización.
- 2-Identificación de la Función de los Activos Físicos en la Planta.
- 3-Análisis de Criticidad de los Activos Físicos (Producción, Procesos, Mantenibilidad, Seguridad, Medio Ambiente, Costos, Comercial, Finanzas, etc)
- 4-Generar los Análisis Proactivos (RCM, FMEA, RBI, RCA, PMO, etc)
- 5-Determinar las Políticas de Activos Físicos (Planes de Mantenimiento).
- 6-Sistematización de las tareas (Procedimientos Operativos y de Mantenimiento).
- 7-Planificar y Programar.

- 8-Ejecución de Excelencia.
- 9-Aplicación de Nuevas Tecnologías.
- 10-Generación de Historial (CMMS).
- 11-Calidad en todos los Procesos del área.
- 12-Desarrollo de Indicadores para generar la Mejora Continua.
- 13-Gerenciamiento del Cambio (los reemplazos y mejoras deben ser profundamente analizados para evitar problemas adicionales).
- 14-Benchmarking.
- 15-Mejora Continua de los resultados.
- 16-Aplicación de Plataformas de Sistemas integradoras de toda la actividad (APM)

Parece simple , parte de estos ítems los hemos desarrollado básicamente en la tesis, desarrollar todos estos puntos en Plantas Industriales de gran envergadura requiere no menos de tres a cinco años, si se cuenta con un equipo profesional experimentado ,con un alto nivel de valores humanos y un Gerente de Activos con poder dentro de la Organización para impulsar las transformaciones, sino es así, seguramente se alcanzarán logros parciales que se diluirán con el tiempo.

Sinceramente he participado en desarrollos de este tipo en forma directa, incluso marcando las pautas de los mismos, pero aún en mi vida profesional (20 años de trabajo), no he podido ver completamente plasmados todos estos puntos para alcanzar una organización que pueda decir orgullosamente que “Gerencia sus Activos Físicos”, hemos estado cerca y las mejoras son realmente “increíbles”, al punto de marcar el desarrollo para toda una Compañía de gran envergadura, partiendo de un área teóricamente de servicios como se quiere denominar al Mantenimiento Industrial.

Como pude demostrar, es mucho más que esto, ya que del Departamento depende la vida útil de los Activos más preciados de estas Organizaciones, como lo son sus Activos Físicos Productivos, sin ellos los demás Activos (Imagen, Mercado, Recursos Humanos, etc), dejan de tener sentido.

Todo se mueve satelitalmente alrededor de la base de esta Industria, compuesta

por las Instalaciones Físicas Productivas; a modo comparativo el Sector Agroindustrial no existe sin los Campos Productivos.

Hemos podido evolucionar a través de un análisis deductivo desarrollado en el transcurso del presente trabajo y fundamentado en herramientas específicas, experiencias reales y conocimientos internacionales en la materia, hacia un importante esclarecimiento sobre la idea inicial de la tesis, cual era presentar un Modelo de “Mantenimiento Basado en la Ingeniería” hacia un “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería”, este último, claramente demostrado como el concepto a seguir en el Mantenimiento Industrial actual y futuro, por ser el mismo, realmente representativo de los desafíos presentes en la especialidad.

Se logró a partir de esto, generar un Modelo asociado a la Gerencia de Activos Físicos, el cual desembocó en la aparición de un Proceso básico de funcionamiento,.

Estamos ahora sí, en condiciones de avanzar en la presentación de fundamentos prácticos que permitan apalancar al Modelo desarrollado, mediante ejemplos palpables reales de la aplicación de algunos de los lineamientos Filosóficos y Estratégicos principales del Modelo y sus resultados, el próximo capítulo expondrá dichas vivencias de manera resumida a los efectos de dimensionar la potencialidad del mismo.

CAPITULO 9

Gerencia de Activos Físicos

Basada en la Ingeniería

Análisis de Casos Reales

“Mostramos en pocas palabras la evolución del Mantenimiento Industrial hacia el Gerenciamiento de Activos Físicos, con todo lo que esto implica; durante el recorrido de la tesis fuimos presentando las necesidades de las Compañías respecto de sus áreas de Mantenimiento; y a su vez las distintas metodologías , tácticas y estrategias factibles de utilizar, clarificando los caminos a seguir para alcanzar el Gerenciamiento de los Activos Físicos; generamos un Modelo acotado como puntada inicial al desarrollo, y por último presentamos un Proceso funcional al Modelo. Ahora nos resta demostrar las reales posibilidades del “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería-Argentina”

9.1 Indicadores de Mantenimiento de Nivel Mundial (“World Class”)

Antes de presentar algunos casos de implementación de Políticas de Activos asociadas a Confiabilidad, es necesario introducirnos en Indicadores de Mantenimiento Industrial de Nivel Mundial (World Class), pues ellos nos permitirán concluir si realmente podemos implementar una estrategia de Políticas de Activos de primer nivel en nuestro país.

Podemos avanzar en una primera aproximación de “Benchmarking”, utilizando Indicadores desarrollados en el mundo, a partir de las experiencias de las mejores

empresas del globo, referentes de la especialidad, para intentar alcanzar un Gerenciamiento de Activos Físicos de Excelencia, por otro lado los mismos podrán ser utilizados para establecer el proceso de Mejora Continua, algunos ejemplos son:

9.1.1 Indicadores de General Electric y MRG (Management Resources Group), para el desarrollo del Gerenciamiento de Activos Físicos (Año2006) - Best In Class Plants.

Estos Indicadores de Clase Mundial, se originaron en un benchmarking realizado a empresas líderes en el mundo, por GE y el MRG, con la asistencia del SMRP (Society for Maintenance and Reliability Professionals), entidad esta última originada en USA que certifica profesionales en la especialidad Confiabilidad y Mantenimiento en todo el mundo.

A continuación, presento un listado de las empresas de primer nivel internacional que han participado de este estudio y posteriormente los Indicadores generados.

Facilities	Pharmaceutical	Chemical Processing	Power Generation	Pulp / Paper / Wood	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ AMEX ▪ IBM ▪ Prudential ▪ U Minn ▪ U Mass ▪ Yale ▪ USC ▪ Stanford ▪ C&W ▪ Xerox 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pfizer ▪ Merck ▪ AHP ▪ Wyeth-Ayerst ▪ Eli Lilly ▪ Monsanto ▪ Roche ▪ Schering Plough ▪ Bristol-Myers ▪ J&J ▪ Genzyme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Huntsman ▪ GE Plastics ▪ Rhone-Poulenc ▪ SC Johnson ▪ Nova Chemicals ▪ Bayer Chemicals ▪ Shell Chemicals ▪ Air Products ▪ Praxair ▪ Pilkington Glass ▪ Purac (CSM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TVA ▪ Niagara Mohawk ▪ Duquesne Light ▪ Wolf Creek Nuclear ▪ Detroit Ed ▪ Florida P&L ▪ PECO/Exelon ▪ Texas Genco ▪ Entergy ▪ Alliant Energy ▪ Constellation ▪ NYPA 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SAPPi ▪ Weyerhaeuser ▪ Trus Joist ▪ Michigan Paper ▪ Riverwood International ▪ Garden State Paper ▪ Fort James ▪ Neenah Paper ▪ International Paper ▪ Georgia Pacific 	
Oil & Gas	Food/Beverage Agriculture	Mining	Steel / Aluminum	Discrete Manufacturing	Government & Defense
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valero ▪ Sunoco ▪ Conoco ▪ Hess ▪ Coastal Oil ▪ Enron ▪ Petro – Canada ▪ Nabors ▪ Shell ▪ Duke Energy 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kellogg's ▪ General Mills ▪ Anheuser Busch ▪ Cargill ▪ Excel Meats ▪ Unilever / Best Foods ▪ Blue Diamond 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cargill ▪ RAG ▪ Arch Coal ▪ Cleveland Cliffs <p style="text-align: center;">Automotive</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ford • GM • Harley-Davidson 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ National Steel ▪ ALCAN ▪ ALCOA ▪ Oregon Steel ▪ North Star Steel ▪ US Steel ▪ ALLVAC ▪ NS Bluescope ▪ Gerdau Ameristeel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sikorsky ▪ Pratt & Whitney ▪ Armstrong ▪ Johns Manville ▪ Unilever ▪ Cooper Tire ▪ Texas Instruments ▪ Owens Corning ▪ Bosch ▪ Johns Mansville 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lockheed Martin ▪ US Defense Dept ▪ US Army COE ▪ Westinghouse ▪ City of Detroit ▪ City of San Diego ▪ Sacramento MUD ▪ LADWP ▪ MARTA ▪ United Technologies

Algunos Indicadores derivados de estos estudios son los siguientes:

□ *Spend 1.4 % of RAV in Annual Maintenance (Top First Quartile 1,4 %- Middle First Quartile 3,1 %)*

Aparece este concepto muy utilizado para el desarrollo de Indicadores de Gerenciamiento de Activos Físicos, el RAV (Replacement Asset Value), es el valor de reemplazo o reconstrucción de la Planta, este valor es clave en la actualidad en distintas comparativas entre empresas de similares características en el mundo. El Indicador establece que la empresas líderes en el mundo no gastan más del rango comprendido entre (1,4 y 3,1) % del valor actualizado de la Instalación, en las actividades de Mantenimiento , con base anual. Este rango, se establece a partir de un “benchmarking” realizado a una serie de empresas de primera línea en el mundo, en el cual se posicionó a las Compañías en cuatro cuartiles , en el primer cuartil, el top de empresas gasta el 1,4 % del RAV y un grupo intermedio del primer cuartil, gasta hasta 3,1% del RAV en Mantenimiento, dentro de este gasto se contabilizan las inversiones que se realizan para mantener o llevar a condición de diseño a los equipos, no así las inversiones por mejoras o ampliaciones de capacidad. Este rango de gastos es el ideal a nivel mundial, estar por debajo puede significar que somos únicos en el mundo, algo realmente dudoso , o que en realidad no estamos aplicando todas las estrategias y tecnologías requeridas para un cuidado de los Activos Físicos de nivel mundial, o en su defecto no estamos contabilizando todos los gastos que realmente hacemos para mantener los Activos. Este Indicador, debe ser cruzado con la Disponibilidad y Confiabilidad de la Planta, para realmente establecer si se está gastando, no solo eficientemente, sino también eficazmente, por sí solo el indicador no nos asegura nada.

Como ejemplo , para una Planta con un valor de 800 millones de U\$S en Activos, normal para las instalaciones tratadas en este trabajo, un presupuesto anual de

mantenimiento rondaría los 12 millones de U\$\$ al 1,5 % del RAV, número que es validado en los casos presentados.

□ ***Have 0.2% of RAV in Stocked MRO Inventory.***

Al igual que el anterior, se utiliza el RAV para comparar el valor del Stock, se establece que no supere el 0,2% del valor de reemplazo de la Planta. En este caso se debe tener especial consideración con el tipo de repuestos (si son máquinas únicas en el mundo, si el fabricante posee las partes en su stock, y en especial la situación geográfica de la Planta, ya que no es lo mismo estar en Europa o USA, que estar en el extremo sur del mundo como Argentina), evidentemente en nuestro caso el stock seguramente será mayor para evitar retrasos en la atención de las fallas. Un rango de 0,2 a 0,6 % del RAV es el establecido para el primer cuartil.

□ ***Maintain >80% Equipment in Good (Green) Condition.***

Mantener el 80% de los equipos funcionando en condición óptima, esto es verificable a través de los sistemas de control y todas las tecnologías de monitoreo de condición, que producen variables que permiten claramente establecer el estado de funcionamiento de los equipos.

□ ***Devote 30% of Work Force to PMs & Results of PMs (15/15%).***

(20% of Equipment Covered)

Utilizar el 30% de la fuerza de trabajo, para realizar los Mantenimientos Preventivos , 15% a la ejecución en sí y 15 % al trabajo que se genera adicionalmente a partir de la misma, explicitando claramente que se debe tener no más del 20 % de los equipos cubiertos por esta práctica, ya que es invasiva y requiere el equipo fuera de servicio. Con el desarrollo tecnológico para el monitoreo de condición en servicio, el Mantenimiento Preventivo tiende a la minimización.

□ ***Devote 50% of Work Force to PdMs & Results (15%/35%).***

(High Percentage Equipment Covered with Multiple Technologies)

Utilizar el 50% de la fuerza laboral del área para el Mantenimiento Predictivo, 15% para la aplicación de las técnicas predictivas, y 35% para el tratamiento de los hallazgos. Este es un importante indicador que privilegia el Mantenimiento Predictivo sobre otras estrategias, e indica claramente como, con un 15% de la fuerza laboral dedicada a esta táctica, automáticamente se logra un 35 % de utilización de la fuerza laboral restante en la normalización de las fallas incipientes detectadas. Claramente como vimos durante toda esta tesis, el mantenimiento presenta una clara tendencia al monitoreo de condición.

□ ***Assign Planners & Schedulers to Results of PM/PdM.***

Asignar Planificadores y Programadores, para tratar los resultados de la aplicación del Mantenimiento Preventivo y Predictivo. Como claramente demostró Ledet en su estudio, la Planificación es un estadio insalvable en el camino hacia la excelencia.

□ ***Achieve 55% Average Wrench Time for Hourly Maintenance Workers.***

Asegurar 55% del tiempo de trabajo neto como promedio, este es un indicador asociado a la eficacia y eficiencia en el uso de los recursos humanos del área, un nivel bajo en este indicador permitiría darnos cuentas que la fuerza de trabajo está subutilizada y que estamos perdiendo capacidad laboral, lo cual se puede dar por malas planificaciones, falta de recursos técnicos para realizar las tareas, falta de capacitación adecuada, etc.

□ *Use 6-Sigma Practices & Change Management to Sustain Performance.*

El 6-Sigma, es una metodología sistemática de Control de la Calidad muy importante, que permite alinear los procesos y disminuir a su mínima expresión los errores, de tal forma de reducir la pérdida de energía organizacional, como gasto sin agregado de valor. Esta metodología, es recomendable para poner bajo control algunos procesos críticos, pero realmente requiere una capacitación importante y un compromiso de recursos que no siempre se disponen.

□ *Use Top Tier EAM/CMMS to Control & Document Work & Collect Data.*

Alinear los sistemas EAM (Enterprise Asset Management) con el CMMS (Computerized Maintenance Management System), para mantener, documentar y desarrollar en estos el conocimiento organizacional.

Conclusiones:

Estos Indicadores ya nos muestran básicamente el camino a seguir,

- Trabajar con el presupuesto óptimo.
- Disminuir el capital inmovilizado en stock.
- Profundizar el Mantenimiento Predictivo.
- Mantener el Preventivo para el 20% de los Activos Físicos.
- Planificar y Programar.
- Optimizar el tiempo neto del trabajo.
- Usar sistemas de Calidad para gerenciar los procesos.
- Soportar toda la actividad en un Sistema centralizado de información, que permita la toma de decisiones con toda la historia en un mismo ámbito, en el cual todos los componentes de la Compañía pueden trabajar.

Pero faltan componentes para realmente saber que estamos en el buen camino, la Confiabilidad y Disponibilidad de los Activos Físicos deben acompañar este esfuerzo por hacer eficaz el uso de los recursos. Aparecen otros Indicadores que permiten cerrar el ciclo de Mejora Continua en el Gerenciamiento de los Activos Físicos.

9.1.2 Indicadores del Libro de John Mitchell-Maintenance Best Practice Benchmarks-Penn State University Año 2001

Category	Benchmark
Yearly Maintenance Cost:	
-Total Maintenance Cost/Total Manufacturing Cost	< 10-15 %
-Maintenance Cost/Replacement Asset Value of the Plant and Equipment	< 3 %
Hourly Maintenance Workers as a % of Total	15 %
Planned Maintenance:	
-Planned Maintenance/Total Maintenance	> 90 %
-Planned and Scheduled Maintenance as a % of Hours Worked	85 – 95 %
Unplanned Down Time	0 %
Reactive Maintenance	< 10 %
Run to Fail (Emergency-Non-Emergency)	< 10 %
Maintenance Overtime/Total Company Overtime	< 5 %
Work Orders Reworked/Total Work Orders	0 %
Inventory Turns	
-Turns Ration of Spare Parts	> 2-3 %
Training	
-For at least 90% of workers hrs/year	> 40 hrs/year
-Spending on Worker Training (% of Payroll)	4 %
Safety Performance	
-OSHA Injuries per 200.000 labour hours	< 2 %
-Housekeeping	96 %

Monthly Maintenance Strategies:		
-PM	Total Hours PM/Total Maintenance Hours Available	20 %
-PDM/CBM	Total Hours PDM/Total Maintenance Hours Available	50 %
-PRM (planned reactive)	Total Hours PRM/Total Maintenance Hours Available	20 %
-REM (reactive emergency)	Total Hours REM/Total Maintenance Hours Available	2 %
-RNEM (non-emergency)	Total Hours RNEM/Total Maintenance Hours Available	8 %
Plant Availability:		
-Available Time/Maximum Available Time		> 97 %

Conclusiones:

Estos Indicadores permiten observar similitudes con los vistos anteriormente,

- Utilización del RAV para comparar costos de Mantenimiento. (< 3 %)
- Alto porcentaje de Mantenimiento Planificado. (> 90 %)
- Bajo porcentaje de Mantenimiento Reactivo.
- Bajo porcentaje de re-trabajos.
- Bajo porcentaje de Horas Extras.
- Rotación adecuada del Inventario de Repuestos, para evitar capital inmovilizado sin sentido (Gerencia del Stock)
- Alto % de horas en Capacitación para todo el personal.
- Bajo % de Accidentes.
- Alto % de Mantenimiento Predictivo/Monitoreo de Condición en detrimento del Reactivo no planificado. El Planificado mayor al 90% (Predictivo, Preventivo, Reactivo).
- Alta Disponibilidad de Activos Físicos y de Planta, mayor al 97 %.

Evidentemente, con estas dos fuentes de Indicadores, estaríamos cubriendo los ítems más importantes a tener en cuenta para realizar una gestión de excelencia en Mantenimiento Industrial, por supuesto hay otras fuentes que no vale la pena presentar ya que tanto los valores como los indicadores son muy similares.

9.1.3 Otros Indicadores importantes son:

-Emergencias (Hs Hb)	< 5 %
-Mantenimiento Proactivo	>70% (Preventivo/Predictivo/Proactivo)
-Cumplimiento de la Programación del Mantenimiento Proactivo	> 95 %
- Actividades Programadas	> 80 %
- Cumplimiento de la programación	> 90 %
- Horas Extras Mano de Obra Contratada	< 5 %
- Back Log	de 3 a 5 semanas

Estos Indicadores aportan en:

- Marcar claramente la reducción de Emergencias.
- Alto porcentaje de Mantenimiento Proactivo (Predictivo, Preventivo)
- Alto porcentaje de cumplimiento de la Programación del Mantenimiento Proactivo.
- Alto porcentaje de Actividades Programadas.
- Alto porcentaje de cumplimiento de la Programación general.
- Bajo porcentaje de Horas Extras.
- Trabajos en espera de Programación entre 3 a 5 semanas, importante para evitar retrasos de las tareas normales más allá del mes, y observar la cantidad óptima de recursos para la ejecución del Mantenimiento.

“Este resumen de Indicadores permite visualizar hacia donde focalizar los esfuerzos de Mejora, muchos de ellos son realmente exigentes. Para los que estamos en la Industria, sabemos que no son fáciles de alcanzar, aún así según experiencias personales, se logra obtener estos valores soportados en estrategias de Gerenciamiento de Activos Físicos, presentaremos algunos valores obtenidos en experiencias propias en la continuidad de este capítulo”.







9.2 Análisis de Perfiles de Fallas (1968-2001):

Como complemento de los Indicadores, previo a presentar los casos y para entender definitivamente el porqué de la necesidad de Políticas de Activos Proactivas, realizaré un análisis básico de los diferentes perfiles de fallas obtenidos a través de los últimos 40 años, por empresas e instituciones de primera línea en USA. (United Airlines-1968; Airlines-1973; Marina de los E.E.U.U-Flota de Superficie-1982 y la Flota de Submarinos Nucleares de la Marina de E.E.U.U-2001.

Cabe aclarar que cada curva característica nos muestra en ordenadas la Probabilidad de Ocurrencia de Fallas, y en abscisas la Edad Operativa de equipos y componentes.

Los porcentajes determinan la cantidad de componentes de Activos Físicos que responden a cada perfil de fallas.

Reliability vs. Age Characteristic Patterns and Results of Past Aging Studies

Characteristic Category	United Airlines 1968 Study	Airline 1973 Study	Navy Surface 1982 Study	SUBMEPP 2001 Study
A 	4%	3%	3%	2%
B 	2%	1%	17%	10%
C 	5%	4%	3%	17%
D 	7%	11%	6%	9%
E 	14%	15%	42%	56%
F 	68%	66%	29%	6%

- Source: US Navy

Ref.: "RCM, the Navy Way for Optimal Submarine Operations" RCM Managers Forum-RCM 2006
(Timothy M. Allen-Granite Reliability Group, LLC)

En primera instancia, es claro observar que los perfiles se dividen en dos tipificaciones principales:

Por un lado, los tipos A, B y C asociados a fenómenos de incrementos de probabilidad de ocurrencia de fallas con el transcurso de la vida operativa (tipificación asociada a desgaste de componentes de los equipos), con un 29% global de fallas según el estudio del 2001 realizado por la Marina de E.E.U.U, específicamente en su flota de Submarinos Nucleares.

En segundo caso, los tipos D, E y F demostrando fenómenos de estabilización de probabilidad de ocurrencia de fallas con el transcurso de la vida operativa (tipificación asociada a fallas aleatorias en el transcurso de la vida de los equipos, no asociadas a desgaste ni a la edad operativa), con un 71% global de fallas comprendidas en estas tipificaciones, según el mismo estudio del 2001.

Es muy interesante observar cómo se han reducido en % los tipos A (de 4 % a 2 %) y F (de 68 % a 6 %) , desde el año 1968 hasta el 2001. Estos tipos están asociados a lo que denominamos “mortalidad infantil”, ya que existe una alta probabilidad de fallas en los inicios de la vida operativa de los equipos bajo este perfil, como se puede observar en los gráficos. Lo cual está indicando algo muy importante, que es la mejora de los Diseños, Métodos de Fabricación y Calidad de los componentes con el correr de los años, lo que ha permitido reducir al mínimo las fallas producidas en las etapas tempranas de la vida útil de componentes y equipos, en el 2001, 2 % para el Tipo A y 6 % para el Tipo B.

Por otro lado, los tipos A, B y C , están claramente asociados a funciones de desgaste, ya que con la vida operativa se incrementan las probabilidades de fallas, son tratables a través de todas las Técnicas y Tecnologías Proactivas, que permiten monitorear la condición de los equipos con el objetivo de incrementar la vida útil de los mismos y realizar intervenciones no invasivas que aseguren la Confiabilidad de los Activos. Estos tipos sumados, aportan actualmente el 29 % de las fallas.

Luego los tipos D, E y F con un 71 % , son aquellos en que la probabilidad de fallas se hace constante con el incremento de la vida operativa, y pareciera que no tienen un tratamiento desde el punto de vista Proactivo, ya que no se sabe cuando van a fallar,

pues los eventos son aleatorios y la probabilidad se mantiene constante en el tiempo. También podemos ser Proactivos en estos casos, lo seremos en diferentes etapas, una en el diseño y otra durante la vida operativa del equipo. Este tipo de fallas está normalmente asociado a sistemas electrónicos, de gran crecimiento porcentual en la instalaciones actuales, que no tienen desgaste alguno; en el diseño se tratan a través de sistemas redundantes, “vivos” como se denominan, ya que existe un sistema principal en operación y otro como “Backup” que está adquiriendo datos y evaluando al principal, ante el primer síntoma de falla el “backup” toma el control de la función en juego; por otro lado, durante la vida operativa , para ser Proactivos con esta tipología, lo que se implementa son actividades de búsqueda de fallas, haciendo pruebas funcionales de los equipos periódicamente, aunque normalmente el tratamiento principal es en el diseño a través de la implementación de “back up” en sistemas críticos.

El Tipo E, es el perfil con mayor porcentaje de fallas con el 56 %, y con una evolución claramente creciente , esto demuestra a las claras que el mantenimiento preventivo (intervenciones programadas y reemplazo de partes) tiende a su total minimización, ya que los componentes no presentan desgaste y las fallas tienen probabilidad de ocurrencia constante en el tiempo.

Conclusión: los perfiles de fallas A, B y C, normalmente se producen en equipos mecánicos, donde hay roces , fricción , cargas aplicadas, presiones, etc, perfiles claramente asociados a fatiga y desgaste de materiales durante la vida operativa. Esta tipología de fallas normalmente está contenida en equipos rotativos , estáticos, algunos instrumentos y componentes eléctricos. Podríamos aplicar en este caso, una aproximación del Diagrama de Pareto (80%/20%), ya que un 29 % de las fallas producen el 80 % de los costos de Mantenimiento, esto es así porque claramente, los mayores gastos se generan en la reparación de grandes equipos rotativos y estáticos, incluso las pérdidas de producción son mayores porque los mismos constituyen el corazón de las Plantas Industriales del ámbito de esta Tesis, y son muy dificultosas las reparaciones cuando los eventos de falla se producen, requiriendo tiempos prolongados, de aquí la necesidad de generar un Sistema Proactivo de Excelencia para el tratamiento

de esta tipología de fallas, a pesar que representen un porcentaje del 29 % en el total , según el estudio del 2001, ya que los impactos económicos son muy superiores.

Aquí se deben focalizar los esfuerzos para alcanzar el “Dominio Proactivo”.

Por otro lado, los tipos D, E y F, están claramente contenidos, principalmente en sistemas de protección y control electrónicos, estos sistemas como dijimos tienen normalmente componentes de respaldo que aseguran la función cuando los componentes principales fallan, por otro lado, son elementos de tamaños relativamente pequeños (circuitos electrónicos, plaquetas, barreras electrónicas, sensores electrónicos, transmisores, etc) , fáciles de reemplazar en tiempos muy reducidos, disminuyendo las posibilidades de pérdidas productivas por fueras de servicio prolongados.

9.3 Análisis Estratégico de Aplicación/Presentación de Casos Reales

Para que todo pueda validarse y tenga sustento, presentaré experiencias reales vividas en dos ámbitos diferentes, con posibilidades disímiles de obtención de recursos, pero con la misma idea fuerza que alguna vez resumimos en la necesidad de **“Mantener la Mente sobre la Máquina, la Instalación y el Negocio”**, esta frase encierra un gran significado para la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, porque pone al área en el primer nivel de decisión, ante la necesidad de aplicar conocimiento especializado a cada intervención, y la asocia directamente con el Negocio que es realmente lo que provoca el salto de Calidad del Departamento, para como expresamos en el Capítulo 1, poder decir que “es posible implementar una Estrategia de Confiabilidad en la Argentina”.

Se presentarán las diferentes Etapas de Implementación e Indicadores, sobre el desarrollo del Gerenciamiento de Activos Físicos, para dos Plantas Industriales de características técnico-productivas similares, de ahora en más **Casos 1 y 2:**

9.3.1 Caso 1:

- Instalación con más de veinte años en operación, con una cultura de mantenimiento basada en actividades invasivas (preventivas y reactivas), sin posibilidades de crecimiento, el área era considerada un mal necesario cuyo resultado era gasto improductivo.
- No se disponían grandes recursos económicos para la mejora y no existía la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad. En realidad la mejora potencial no se visualizaba.
- Se generaban resultados económicos-financieros globales estables en las primeras épocas, y decrecientes luego, hasta que llegó la ola privatizadora de los 90', cuando esto ocurre, literalmente se comenzaron a evaluar los resultados del Departamento de Mantenimiento en busca de oportunidades para reducir los gastos, ni siquiera para tratar de mejorar los volúmenes de Producción.
- Como dato relevante, en tantos años operativos no se había logrado una Organización Basada en el Aprendizaje, lo que provocaba que el conocimiento estaba solo en ciertos

actores organizacionales y no residía en la organización, al perder personal por retiros, se comenzó a perder rápidamente el conocimiento organizacional.

9.3.2 Caso 2:

-Compañía con pocos años operativos, alta tecnología, prototipo en el mundo, con recursos importantes, con grandes posibilidades de implementar una Cultura Proactiva, ya que el estándar tecnológico de control, protección y monitoreo de condición desde el diseño se visualizaba muy superior, aún así se encontraba inmersa en un definido proceso reactivo a nivel del área de mantenimiento y operaciones, acorde a muchos de los inicios operativos de cualquier instalación de este tipo, aunque generando preocupación la aparición de una Cultura Reactiva firme que debía ser modificada lo antes posible.

-Los resultados económico-financieros iniciales del Negocio eran superiores a los esperados, no permitiendo visualizar las importantes posibilidades potenciales de mejora.

-No se había alcanzado ni siquiera la etapa de Planificación que Ledet muestra muy bien en su estudio, el cambio debía hacerse en ese momento de bonanza, pues se podrían mostrar rápidamente resultados superiores, nuevamente, la resistencia al cambio, y una visión estratégica acotada, frenaba las transformaciones.

A pesar de ser dos ámbitos con negocios totalmente diferentes, los Activos Físicos eran de gran similitud, y los hallazgos presentaban denominadores comunes.

Los ejemplos a tratar son interesantes , porque en un caso se trata de una organización madura que no había superado la Etapa de Planificación, y el otro caso se trata de una organización muy joven que estaba aún en una Etapa Reactiva, la diferencia clave entre ambas radica en que la información existente sobre los Activos Físicos presentaba claras diferencias entre una y otra.

En la primera, la documentación estaba dispersa y existían faltantes, al haber pasado infinidad de procesos de gestión sin alcanzar el perfil de las organizaciones

basadas en el aprendizaje; en la segunda la documentación de los Activos Físicos era valiosa y prácticamente sin uso.

Es decir, tenemos los dos ejemplos en los extremos opuestos, el primero se trata de una organización con una cultura forjada durante años, la cual era muy difícil de modificar , incluso con personal de edad avanzada en gran parte de sus puestos claves; la otra con una cultura muy variada originada en distintas empresas que nutrieron a la organización, o sea ni siquiera existía un estilo organizacional propio, generando esto, desencuentros a la hora de establecer caminos a seguir.

Aún así, con sus diferencias según el entorno, ambos casos cumplieron casi las mismas etapas en el desarrollo de sus estrategias de Gerenciamiento de Activos:

La Primera Etapa, similar para ambos, presentaba las siguientes características :

- Se observaban altos índices de mantenimientos preventivos y correctivos.
- Confiabilidad operativa reducida.
- Importantísimo Stock de repuestos.
- Costos elevados.
- Disponibilidad de Planta por debajo de los estándares mundiales.
- Dificultad de generar presupuestos de producción ajustados.
- Compartimientos estancos de conocimientos.
- Mantenimientos especiales solo por el OEM, conocimientos reducidos.
- Competencia improductiva entre sectores del Departamento de Mantenimiento y otros.
- Liderazgos fuertes con toques de autoritarismo.
- Desaliento del Personal.
- Organización basada en el conocimiento individual.
- Héroes de la emergencia.
- Capacitación escasa.
- Reducida interacción entre Operación y Mantenimiento.
- Proveedores poco calificados.
- Alto índice de retrabajos.

- Planificación y Programación desprestigiada.
- Ausencia de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad.
- Ausencia de Predicción y Proactividad Inteligente.
- Escaso desarrollo.
- Tendencia a mantener el “status quo”.
- Etc.

Como verán, los problemas eran medulares, y se puede pensar que esto solo ocurría en estos casos analizados, la realidad es que las Organizaciones recién en la actualidad están introduciendo cambios, y la Ingeniería está comenzando a cumplir activamente su rol, diez años atrás la Ingeniería de Confiabilidad no existía en la Argentina, incipientemente se comenzaba a hablar del tema.

La fijación de objetivos de Disponibilidad , Confiabilidad, Seguridad Operativa, reducción de Costos de Mantenimiento, la tendencia a la eficientización de los procesos de trabajo con fines optimizadores de la producción, llevaron a analizar alternativas estratégicas a las metodologías implementadas en aquellos días. Comenzaron a aparecer las Certificaciones de Normas ISO y OSHA, como temas ineludibles originados en los estamentos superiores de las Compañías.

Por otro lado, al ser Compañías Multinacionales, los socios comenzaron a producir exigencias asociadas a la necesidad de unificar criterios con sus empresas originarias, el entorno interno y externo comenzó a requerir resultados.

9.3.1.1 Presentación CASO 1:

En este caso, teniendo en cuenta las condiciones de base de la primera etapa, se comenzó a trabajar en tres direcciones:

- a) La primera se orientaría a las mejoras sobre la Gestión del Historial de Mantenimiento y de la Documentación, vital para lograr un Organización Basada en el Aprendizaje; sobre la Planificación y Programación; y el Gerenciamiento del Presupuesto de Mantenimiento con la idea de generar recursos para otras actividades, lo cual se llevaría adelante a través del desarrollo del CMMS y herramientas específicas del Departamento, tratando de documentar y centralizar todas las actividades.
- b) Al mismo tiempo, se requerían conocimientos adicionales, que permitieran avanzar en el tema de reducción de mantenimientos correctivos y preventivos que acompañarán la optimización del stock de almacenes, asegurando el buen funcionamiento de los equipos y las condiciones básicas de suministro de partes, sin problemas de desabastecimiento que hicieran peligrar la operatividad de las instalaciones.
- c) Por último, se afrontó la optimización de repuestos existentes en almacén a través del análisis profundo de necesidades, criticidad, posible existencia en el mercado nacional, la cantidad y calidad de repuestos necesarios para los mantenimientos programados, etc, siempre teniendo en cuenta el funcionamiento sin contratiempos de las instalaciones. Para que tengan una idea, un fabricante de nivel mundial de grandes máquinas, llegó a decir que había más repuestos en el Almacén de la Planta que en la propia fábrica. Políticas de Stock con escasa profundidad de análisis, habían acumulado repuestos de alto valor que no se utilizaron por años , incluso quedando

obsoletos, con todo lo que esto significaba financieramente, al tener un importante capital inmovilizado, que no generaba ganancias y que por otro lado estaba sujeto a los impuestos correspondientes.

El Plan, era en esa época ambicioso, a pesar que después de lo visto a través de esta tesis, pareciera el comienzo del camino.

Luego, a través de capacitaciones externas realizadas oportunamente, se toma contacto con las últimas estrategias de mantenimiento del momento, entre las cuales se destacaba claramente el denominado Mantenimiento Predictivo. Los esfuerzos se direccionan en ese sentido, se realizan contactos con empresas que lideran los desarrollos tecnológicos que permiten la implementación de sistemas de este tipo, se realizan capacitaciones específicas y se compran equipos adecuados (análisis vibratorios, análisis de aceite, termografía, ultrasonido, software de balanceo, equipos láser de alineación de precisión, etc).

Es evidente que ambos caminos se debieron transitar al mismo tiempo, debido a la necesidad de reducir mantenimientos correctivos y por ende consumo de repuestos, a través de los avances en la implementación de sistemas predictivos, que evitaran a tiempo roturas catastróficas.

El avance fue lento, pero sobre bases firmes, la implementación del Mantenimiento Predictivo requirió no solo capacitación externa, sino acumulación de experiencias en campo, debido a la gran cantidad y diversidad de equipos presentes en la Planta.

Paulatinamente, se debió también concientizar al personal de aplicación (operación y mantenimiento) sobre la importancia de su colaboración en esta metodología laboral. La interacción constante y la fluída comunicación entre todos los involucrados en el mantenimiento de los equipos, adquiere una importancia vital para el éxito de un programa de este tipo.

Los hechos acontecidos durante este tiempo de implementación (\cong 2 años), fueron de aprendizaje y logros primarios, que avizoraban excelentes resultados a futuro.

A esta altura de los acontecimientos , la organización se encontraba realizando un análisis minucioso del equipamiento de las distintas Plantas del Complejo y la fijación de rutinas de medición de vibraciones, análisis de lubricantes, termografía, análisis de variables propias de los equipos y la instalación (performance, variables operativas, etc), especialmente se focalizó sobre equipos rotativos ya que constituían el alma de la Planta, con más de 150.000 Hp instalados (para que tengan una idea de magnitudes, los automóviles medianos erogan potencias que promedian los 100 Hp, se necesitan 1500 vehículos para igualar las potencias normales existentes en equipos rotativos en este tipo de Plantas).

Esta tarea insumió más de un año de trabajo, se derivaron recursos humanos de otros sectores, creándose de esta forma un grupo especializado en estas técnicas.

Segunda etapa:

- Creación del Sector de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, con los recursos que desarrollaron la estrategias destinadas a mejorar la situación inicial.
- Fijación de objetivos de Confiabilidad y Seguridad operativa.
- Análisis funcional de los equipos de Planta.
- Generación de “ranking” de criticidad.
- Análisis de técnicas y tecnologías a aplicar según “ranking”.
- Generación de rutinas de análisis y medición.
- Fijación de objetivos de Reducción de Costos de Mantenimiento. (Disminución de Correctivos y Preventivos; incremento de Predictivo y Proactivo).
- Eficientización de los Procesos de Trabajo.
- Implementación de Técnicas de Mantenimiento Predictivo. (Análisis vibratorio; Análisis de Lubricantes; Termografía, Análisis de Corriente; Análisis de variables propias de los equipos, Ultrasonido, etc).
- Implementación de técnicas de Mantenimiento Proactivo (Alineación láser; Balanceo; Análisis de Performance; Estudio en profundidad de los equipos y sus capacidades, etc).

- Implementación de tecnologías de Monitoreo Continuo.
- Fijación de objetivos de Reducción controlada de Consumo de Repuestos y Stock de Almacén.
- Apertura de líneas francas de comunicación entre sectores internos y externos.
- Etc.

La tercera etapa de implementación de nuevas estrategias de mantenimiento, implicaba un análisis constante del stock existente, asociado a un sistema predictivo programado a través de rutinas preestablecidas, de acuerdo a criticidad y experiencias acumuladas sobre los equipos involucrados.

Las rutinas de medición establecidas, se flexibilizaban de acuerdo a la aparición de problemáticas, comenzándose los primeros seguimientos puntuales sobre equipos críticos, realización de balanceos y alineación de precisión, también los primeros análisis de fallas e implementación de mejoras.

Los seguimientos programados y las acciones proactivas, comenzaban a tener gran influencia sobre la reducción de la cantidad de intervenciones correctivas, y por lo tanto sobre el consumo de insumos mayores y menores. El personal en general se concientizaba cada día más de las bondades del sistema predictivo, ante la aparición de resultados sorprendentes.

Las tareas de intervención sobre equipos críticos se hacen espaciadas, se resuelven problemáticas crónicas de larga data.

La aparición del sistema CMMS, permitió asociar las rutinas de medición a órdenes de trabajo, las mismas aseguraron aún más el cumplimiento de las labores predictivas, evitando omisiones no deseadas.

Una vez asegurada la adquisición de datos programada, optimizados los tiempos de obtención de las mismas, se pudo dar un salto de calidad y avanzar sobre las mejoras, las recomendaciones operativas y de mantenimiento, el análisis de fallas, y las técnicas de análisis e implementación de nuevas tecnologías de control, de monitoreo de condición y de partes, realizándose informes sobre los adelantos implementados y resultados logrados.

Se comenzó a instalar la piedra fundacional del denominado MBI-A (Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina), la experiencia adquirida fue excelente, los resultados se hicieron claramente visibles, drásticas reducciones de stock en almacenes y consumo de partes, reducción de horas extras y actuación de guardias pasivas, incrementos sustanciales de confiabilidad y aumento de niveles de seguridad operativa y disminución de sucesos medioambientales, ante la reducción de fallas y roturas catastróficas.

Por otra parte, se analizaron constantemente los mantenimientos preventivos siendo muchos de ellos suspendidos temporalmente o reprogramados definitivamente a través de la utilización del monitoreo de condición, aumentando la disponibilidad de equipos, bajando costos de intervención y pérdidas productivas.

Se contaba con las últimas tecnologías de monitoreo continuo, estos sistemas permiten un conocimiento profundo del funcionamiento de los equipos críticos en tiempo real y guardan gran cantidad de datos históricos que facilitan los diagnósticos, permitiendo además manejar niveles de criticidad de problemáticas con el objetivo de intervenir en la mejor oportunidad y no en el momento menos indicado por los niveles y necesidades de producción. Sistemas de este tipo se sumaron a los equipos portátiles de medición abarcando todo el equipamiento rotativo y alternativo del Complejo. Se instalaron nuevos sistemas de monitoreo para equipos semicríticos, etc.

Se realizaron comparativas contra empresas internacionales, se comenzó a asistir a las mejores conferencias globales en la especialidad, se presentaron “papers” en dichos espacios especializados.

Tercera etapa:

- Análisis de Mantenimientos Preventivos, reprogramación y reducción según posibilidades.
- Análisis de modos de fallas y fallas funcionales.
- Avance sobre recomendaciones Operativas y de Mantenimiento. (Consultas a OEM, Publicaciones especializadas, Bibliografía, Manuales, Historiales, etc).

- Mejoras en los ensambles de los equipos.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Análisis constante de Stock de almacenes, con el objetivo de optimizarlo.
- Seguimiento de problemáticas.
- Desarrollo de proveedores especializados.
- Intercambio con Especialistas, OEM, Capacitaciones, Otros Usuarios, Presentaciones en Conferencias Internacionales.
- La Gerencia Productiva compuesta por Mantenimiento, Técnica, Producción y Procesos, dio un salto de Calidad y fue reconocida por sus resultados.
- Se generan grandes logros Productivos.
- Ampliación de la Planta, apalancada en resultados impensados tiempo atrás.
- Etc.

En este primer caso, comenzamos claramente a acercarnos al “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería”, este desarrollo fue eminentemente de autoría local, con recursos mínimos, si los comparamos con el presupuesto del área, derivados de los primeros ahorros producidos.

El componente Filosófico y Táctico-Estratégico, lo desarrollo un reducido equipo de Ingenieros de Mantenimiento (3 a 4 personas para más de 700 millones de dólares en Activos) que se auto-capacitaron con publicaciones especializadas, 237nternet, bibliografía y otros medios, pero que además tuvieron la posibilidad de investigar, desarrollar y aplicar prototipos de atención de los Activos, soportados en resultados que se fueron obteniendo paso a paso y en el apoyo de los líderes organizacionales, convencidos estos de las metodologías en curso.

Los logros se debieron a personas inquietas, que no se querían quedar con los valores de performace y resultados obtenidos hasta el momento, porque sabían que debían aprovechar las oportunidades para mejorar durante los ciclos de bonanza productiva y económica, por el contrario veían muchas posibilidades y tenían firmes convicciones para encaminarse hacia la mejora de la capacidad Productiva de los Activos Físicos.

No se logró una Organización Basada en el Aprendizaje , pero se estuvo a pasos de lograrlo, en realidad se alcanzó un profundo conocimiento de los Activos Físicos, se generó interacción entre todos los sectores operativos y productivos, esto produjo una mejora sustancial de las Políticas de Activos, a partir de una destacada evolución en la utilización óptima de los mismos, por parte del área operativa.

La Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, acumuló poder de decisión dentro de la Organización , naturalmente, a consecuencia de los resultados de su trabajo, generando una total aceptación de su accionar por sectores productivos y de mantenimiento, comenzó a ser el centro de las consultas de todas las áreas involucradas con los Activos Físicos.

Siguiendo el análisis de W. Ledet, vemos que esta organización entró decididamente en el Dominio Proactivo, pues Planificó y Programó, implementó herramientas Predictivas y se introdujo en la Proactividad, pasando a dominar la Confiabilidad y Disponibilidad de los Activos productivos, evitando que la Planta domine la situación con la aparición de eventos no deseados.

Cuando claramente comenzaba a producirse el Proceso de generación de historial, rico en experiencias y aplicación de conocimientos, comenzaban a saborearse los primeros resultados de una Organización Basada en el Aprendizaje.

El impacto producido por la Filosofía de “Confiabilidad y Mejora Continua”, y por la Estrategia de implementación del “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería-Argentina” en este Primer Caso, se encuentra explicitado en gráficos adjuntos, a través de algunos índices, que reflejan la potencialidad de trabajar al amparo de las mismas.

Principalmente, se puede visualizar, el alto porcentaje de Mantenimiento Planificado y Programado en los años 2000/2001, con una gran incidencia del Mantenimiento Proactivo y el Monitoreo de Condición (Mant. Predictivo) versus el Mantenimiento Reactivo, con todo lo que esto implica a nivel de costos y pérdidas productivas.

En la misma dirección, se presentan los Indicadores de Factores de Disponibilidad y Utilización de Equipos Críticos para el año 2001 , y por último la evolución de los

Costos de Mantenimiento durante seis años, desde el inicio del cambio de rumbo hasta la maduración del nuevo modelo de gestión implementado, todo esto demuestra claramente la efectividad de las estrategias introducidas, cuyo análisis llevaremos adelante luego de la presentación de los indicadores.

9.3.1.2

Indicadores Claves-Caso 1

**Balance en la Aplicación de Tácticas/Estrategias de Mantenimiento
(Años 2000/2001)**

[(% Ordenes/%Horas/% Costos) x Tipo de Mantenimiento)]

% Ordenes por Tipo de Mantenimiento Año 2000

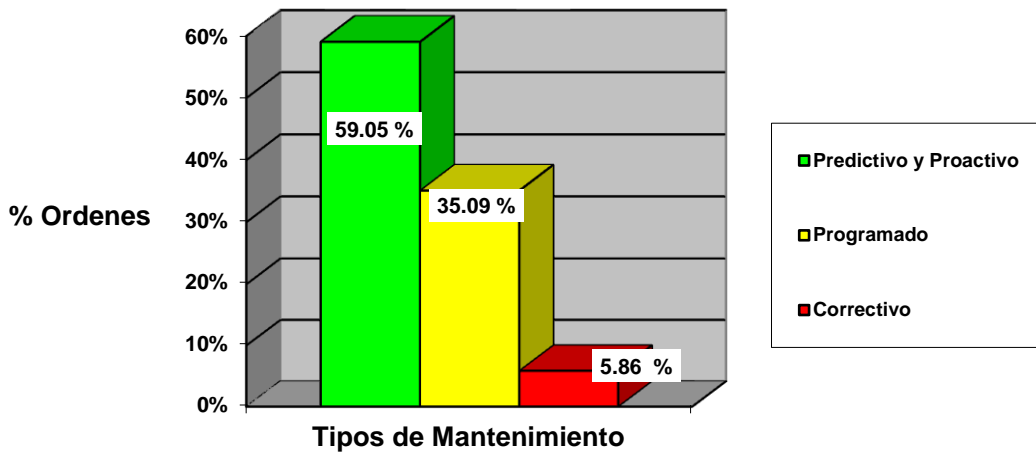


Fig. 9-1

% Ordenes por Tipo de Mantenimiento Año 2001

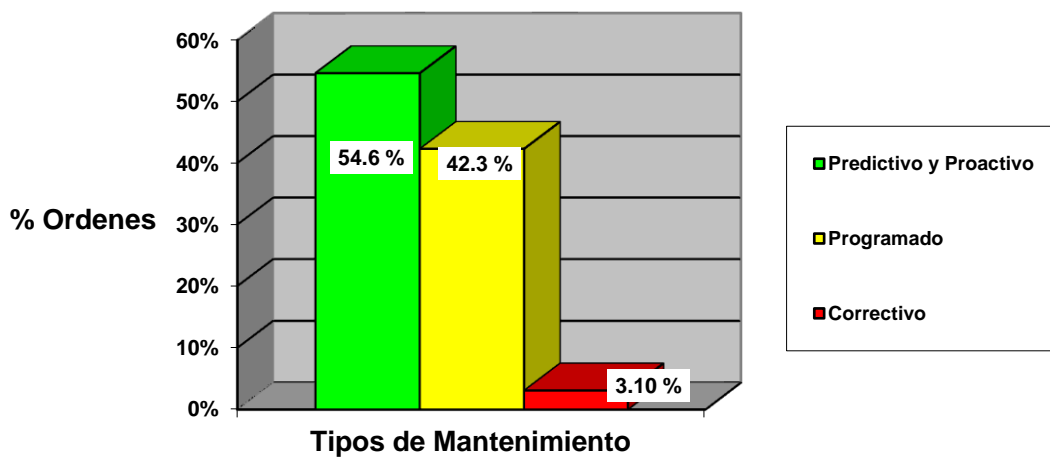


Fig. 9-2

% Horas por Tipo de Mantenimiento Año 2000

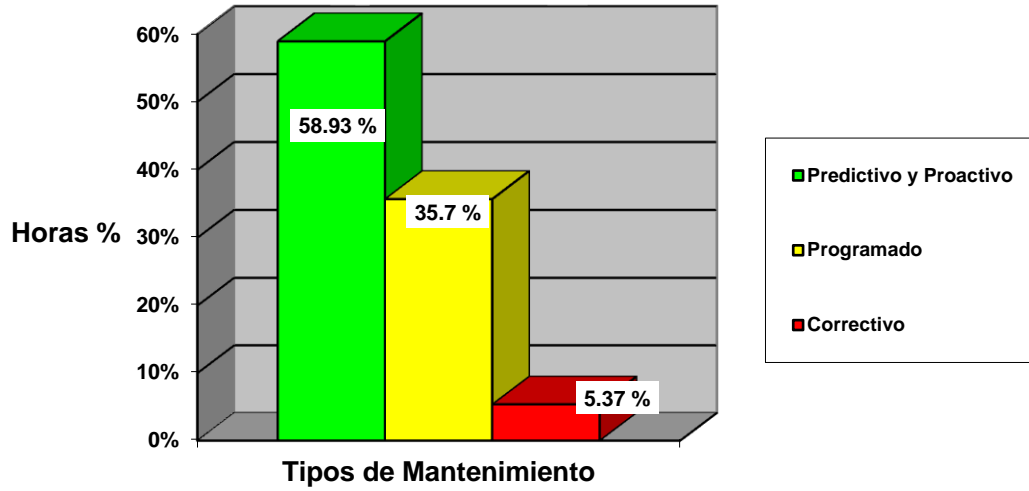


Fig. 9-3

% Horas por Tipo de Mantenimiento Año 2001

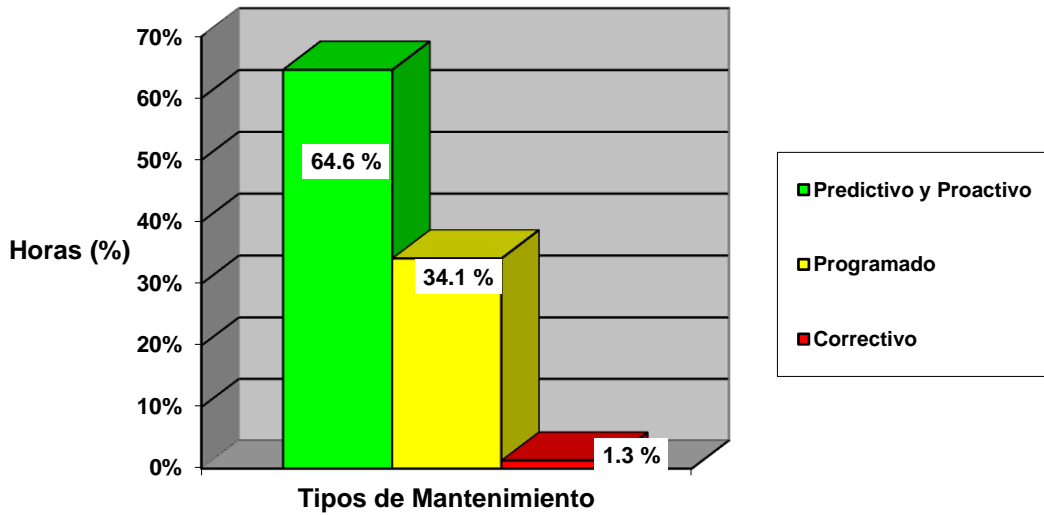


Fig. 9-4

% Costos por Tipo de Mantenimiento Año 2000

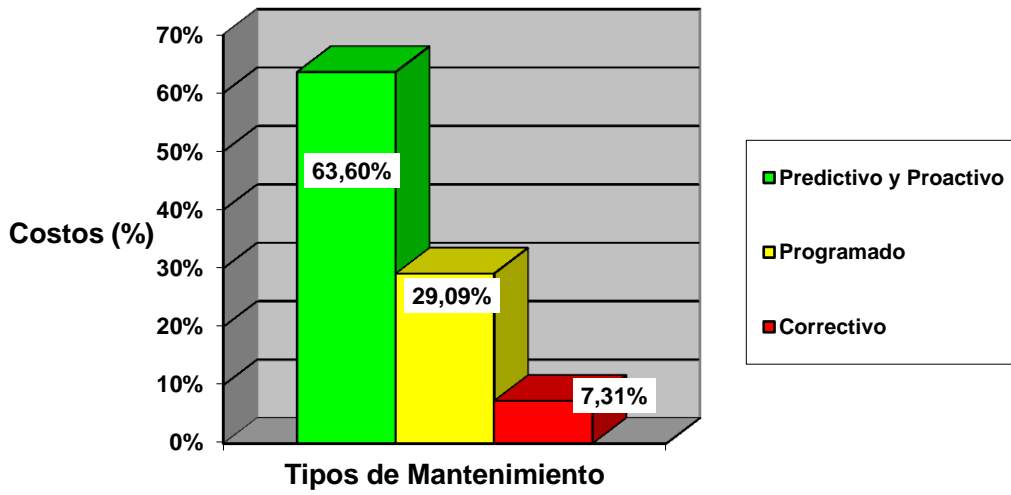


Fig. 9-5

% Costos por Tipo de Mantenimiento Año 2001

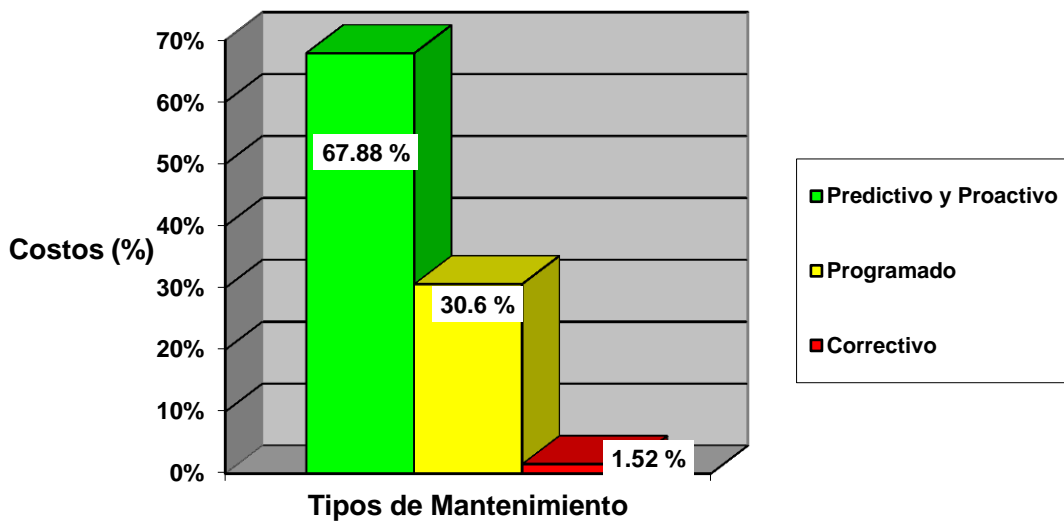


Fig. 9-6

9.3.1.3 Disponibilidad y Utilización de Equipos Críticos (Año 2001)

Total: 18 equipos (3 Turboexpansores; 3 Turbinas a Gas; 8 Compresores Centrífugos; 4 Turbinas de Vapor) \cong 120.000 HP

Factor de Disponibilidad: $1 - \frac{\text{Horas F/S Emergencia}}{\text{Horas del Mes x Máquinas}}$

Factor de Utilización: $1 - \frac{\text{Horas F/S Emergencia} + \text{Horas F/S}}{\text{Horas del Mes x Máquinas}}$

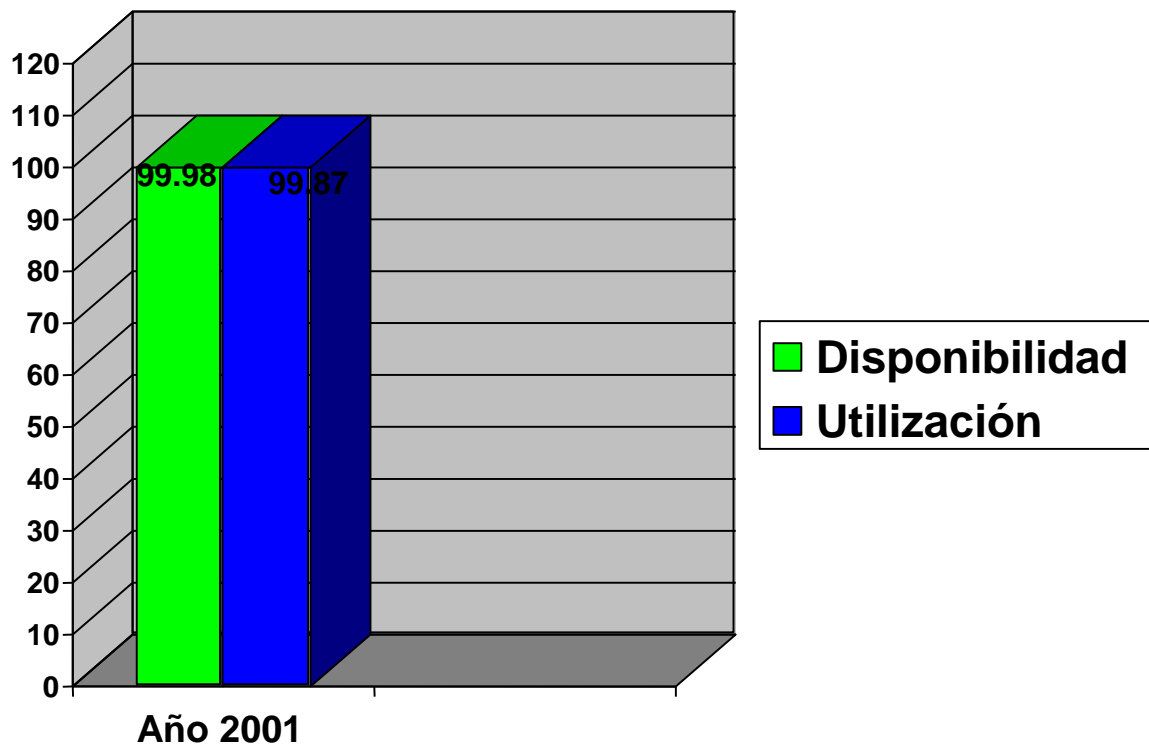
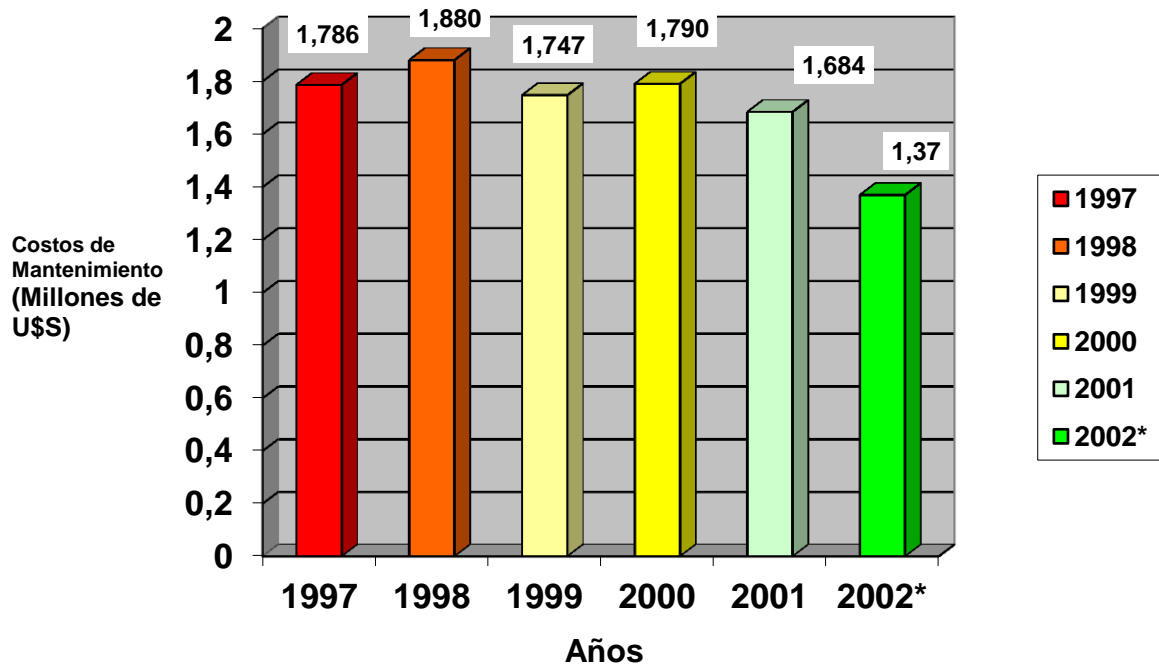


Fig. 9-7

9.3.1.4 Evolución de los Costos de Mantenimiento Período (1997-2002)



*2002 Proyectado

Fig. 9-8

9.3.1.5 Análisis Económico-Estratégico Caso 1:

Estos Indicadores, representan el resultado de los avances obtenidos en Confiabilidad, Disponibilidad, reducción de consumo de Repuestos, reprogramación de Mantenimientos Preventivos, aplicación de Técnicas y Tecnologías de Avanzada, reducción de intervenciones de emergencia, incremento de la Vida Útil de Equipos y elementos componentes, etc, los cuales permitieron alcanzar niveles de Excelencia en las actividades asociadas al cuidado de los Activos Físicos.

En el mismo sentido, en los gráficos asociados a las Ordenes, Horas, Costos/Tipos de Mantenimiento (Años 2000/1), se observa claramente la incidencia del Mantenimiento Predictivo y Proactivo en la gestión y ejecución del Mantenimiento, y la reducción año tras año del Mantenimiento Reactivo.(Fig. 9-1 al 9-6)

La Disponibilidad de Equipos Críticos alcanzada durante el año 2001(99,98 %), lo cual significa menos de dos horas fuera de servicio de alguno de ellos durante todo el año, superó ampliamente los índices establecidos por categorías de Benchmark (Fig. 9-7)

Se observa la reducción de costos de mantenimiento año a año, con un gradual e importante incremento de Disponibilidad y Confiabilidad , debido a la eficientización y optimización en la utilización de los recursos; cabe aclarar que se mantuvo prácticamente la dotación, dando a los recursos humanos los conocimientos necesarios, para cambiar sus actividades rutinarias por la utilización de técnicas y tecnologías predictivas y proactivas de última generación, este fue uno de los sucesos más importantes ya que el Sector “Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad” bajo los conocimientos teóricos, estratégicos y tecnológicos al personal de ejecución de mantenimiento y operación, el cual se sintió identificado y sorprendido gratamente por los resultados de la implementación de los mismos, generando procesos de “mejora continua” en todos los niveles de decisión y ejecución; por otro lado, fue un factor preponderante en el desarrollo de los recursos humanos de la organización, que tomaron las nuevas estrategias como oportunidades para alcanzar un nuevo nivel de conocimientos y “empleabilidad” , como les gusta expresar a la gente de Recursos Humanos para medir el desarrollo del personal de las Compañías.

La evolución de los costos de mantenimiento, muestran un incremento en el año 98 y una baja en el año 99 de un 7,07 %, un incremento leve en el año 2000 y reducción nuevamente hacia el 2001 y 2002. (Fig. 9-8)

El porcentaje de reducción desde el año 1998 al 2001 (ejercicios cerrados), alcanzó aproximadamente el 11 %, y para el intervalo 1998-2002 (proyectado) se esperaba una reducción del 27,5 %. Teniendo en cuenta que el presupuesto se originó en la convertibilidad y se venían cumpliendo año a año los presupuestos proyectados, y que existía inflación en dólares, la reducción llevada adelante fue realmente significativa.

Todo este análisis, se presenta sin tener en cuenta un factor fundamental, cual fue la ampliación de la Planta en 1/3 de su Capacidad, y la construcción de una nueva instalación de Almacenaje y Despacho de productos , en el año 98. Ambos sectores se adicionaron al ámbito de responsabilidad de Mantenimiento y a partir de esos momentos pasaron a ser atendidos por el sector, incrementando como consecuencia levemente los costos de mantenimiento con respecto al año 1997 aunque sin nuevos recursos. Las técnicas implementadas permitieron absorber inmediatamente el sustancial aumento de responsabilidades, y nuevamente, después de un reacomodamiento inicial, bajar los costos el año 1999, incluso por debajo del año 1997.

Algunos índices comparados con el listado de categorías de “Benchmark” [Hanbook de PENN STATE (OPERATING EQUIPMENT ASSET MANAGEMENT-Your 21st Century Competitive NECESSITY) Año 2001], nos permite observar lo siguiente:

	Caso 1	Benchmark
Mantenimiento Planificado/Mantenimiento Total:	96.9 %	> 90 %
Mantenimiento Reactivo:	3.10 %	< 10 %
Disponibilidad de Planta:	99.98 %	> 97 %
PDM/CBM (Preditivo/Monitoreo de Condición) :	54.60 %	≅ 50 %
Programado (Preventivo + Reactivo Planificado):	42.30 %	≅ 40 %

Como vimos en el Capítulo 1, evitar el Mantenimiento Reactivo produce grandes ganancias, por las inmensas pérdidas que se generan con la aparición de fallas. En Compañías donde el valor diario de la producción supera el 1.000.000 de U\$S , cualquier falla con Paro de Planta es comprometedor y de altísimos costos, especialmente por la producción pérdida.

Evidentemente, si nos ajustamos a valores de “Benchmark” de “Clase Mundial”, alcanzamos y superamos algunos desafíos, en muchos casos muy superiores a lo previsto, por el entorno ya conocido.

Estos índices, no solo se relacionan con reducciones en los costos de Mantenimiento, sino que producen ganancias asociadas a una tremenda Confiabilidad y Disponibilidad de Planta , y consecuente aumento de la “Capacidad de Producción” por incremento sustancial de horas productivas, la Planta tenía un factor de servicio del 100 %, no existían paradas programadas por tareas de Mantenimiento, a no ser que se produjeran problemas con los equipos, el mantenimiento preventivo se circunscribió a tareas menores, se planificaron mantenimientos mayores cada 6 años dependiendo del monitoreo de condición del momento.

Se logró reducir o mantener, en tiempos de incrementos por lo sucesos mundiales ocurridos (2001-atentado a las Torres Gemelas), los valores de las pólizas de seguro (Compañía Aseguradora Inglesa) por la estrategia implementada, incluso, se produjo un especial reconocimiento a Directivos en Inglaterra, por las estrategias desarrolladas para Gerenciar los Activos Físicos.

La condición de los equipos era conocida, esto permitió avanzar sobre las problemáticas críticas puntuales, y en la optimización y eficientización de nuestras acciones cumpliendo con las normas ISO 9001 y 14001.

La difícil situación del 2001, encontró posicionado al Departamento de Mantenimiento de la mejor manera para enfrentar el desafío que significaría poseer activos dolarizados y parte del negocio asociado al mercado interno, en ese momento más que nunca, se verificaría la importancia de la maximización de la “Capacidad de Producción” y del profundo conocimiento de la instalación y los equipos asociados, para obtener de los mismos el mayor valor agregado.

Constantemente se analizaban mejoras de eficiencia y funcionamiento dinámico de los equipos, mejores posibilidades Operativas y de Mantenimiento, se consultaba a los fabricantes o sus representantes, se continuó con la obtención de datos programada, se llevaban adelante acciones proactivas, se analizaban fallas, se redactaban informes de los inconvenientes y las posibles soluciones a implementar, se gestionaban y supervisaban las mejoras, se realizaban diagnósticos mediante las herramientas predictivas, se reprogramaron mantenimientos de acuerdo al monitoreo de condición, etc.

Las condiciones de seguridad operativa y productivas de la instalación se potencian, a través de la implementación de sistemas de monitoreo y protección, y se debaten las problemáticas entre todos los actores organizacionales.

La gestión de mantenimiento fue incluida en este proceso, sometiéndose a un análisis constante, de tal forma de agilizar y fundamentar las mejoras generadas en ámbitos de aplicación.

Terminada esta etapa, el área de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, pasó a asesorar otras Instalaciones de la Compañía, hasta que pasó a tener responsabilidad sobre todos los Activos Físicos de la Empresa, diseminados por todo el país.

La experiencia resultó de excelencia, por supuesto demandó compromisos personales, profesionales y empresariales, y tiempos importantes para la divulgación e implementación del “Cambio”.

En el caso que nos compete un aspecto decisivo para el éxito del Departamento Mantenimiento , resultó ser la creación del sector “Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad”, este grupo absorbió gran parte de las responsabilidades descritas en estrategias de RCM y RBM, y produjo uno de los más importantes logros, el cual consistió en el intercambio productivo entre Operación y Mantenimiento, generando un puente de comunicación que lideró los avances estratégicos, soportándose en ideas asociadas al TPM. Por otro lado, la creación de infinidad de líneas de Comunicación internas en el propio Departamento, generó un equipo de trabajo compacto y generador de eficiencias de todo tipo.

El desarrollo de este proyecto se basó en un grupo de Ingeniería mínimo, con soporte de un sector de Planificación y Servicios preexistente y una gran decisión de apoyo y soporte de los niveles superiores, se derribaron barreras entre Sectores y Departamentos a través de acciones Predictivas y Proactivas que generaron diagnósticos exactos de problemáticas críticas de larga data, logrando credibilidad y aceptación de los nuevos métodos de trabajo, todo esto con un gran esfuerzo de comunicación, capacitación y soporte profesional.

El tiempo de implementación y logros primarios alcanzó los 2 o 3 años, en el sexto año las acciones de medición y “benchmarking”, y las auditorías externas (extranjeras) en cantidad realizadas (5 en dos años), permitieron verificar la alineación y cumplimiento de las “Best Practices” mundiales.

Tras estos primeros pasos, la certificación de Normas ISO 9001 y 14001 se adaptó perfectamente a la funcionalidad existente, ya que se poseían procedimientos asociados a todas las tareas como consecuencia de las estrategias aplicadas, el camino recorrido con anterioridad simplificó la Certificación.

Se balanceo la agilidad y versatilidad del RBM, con procedimientos estrictos asociados a RCM, RCM II., TPM y RAM (en la recepción y especificación de nuevos equipos y elementos constituyentes)

Los costos e inversiones asociados al nuevo Mantenimiento, fueron largamente absorbidos por los resultados operativos y productivos, aún así se minimizaron las estructuras funcionales, ya que unos pocos profesionales se encargaron de mostrar el camino, e inducir al personal a caminar en una misma dirección tras objetivos de Confiabilidad y Mejora Continua. Prácticamente se duplicaron los ámbitos a mantener en 5 años, y el Departamento absorbió esta labor adicional con los mismos recursos humanos (constantemente capacitados), y con las nuevas tecnologías especificadas e instaladas.

Las inversiones tecnológicas fueron importantes ($\cong 0,1$ % del valor de los activos), pero muy analizadas desde el punto de vista de su valor agregado.

Esta, es un consecuencia natural de la aplicación de técnicas predictivas y proactivas , y de todas las acciones estratégicas asociadas a los desarrollos

presentados, se reducen drásticamente las acciones correctivas y por lo tanto se eficientiza toda la actividad de Mantenimiento, produciendo una capacidad disponible para otras tareas o acciones de monitoreo de condición.

Estudios de “Benchmarking”, contra empresas líderes de USA y Canadá, demostraron eficiencias en todas las categorías, superando en casi todos los índices el nivel medio “World Class” establecido.

El principal desafío del “Cambio”, fue derribar paradigmas y posiciones aparentemente irrenunciables de algunos actores organizacionales, los cuales sin dudar resistían los cambios, a no ser que estos fueran tan visibles en su acción transformadora de excelencia, que los aceptaran y adaptaran a sus formas laborales. Para poder lograr este efecto nos basamos en la siguiente afirmación, **“en ámbitos técnicos experimentados y capacitados, demostraciones técnicas y resultados verificables”**, de aquí la necesidad ineludible de Profesionales de Mantenimiento capaces y líderes en la aplicación de nuevas tecnologías e implementación de mejoras, como punto de partida para iniciar el recorrido del camino de las transformaciones.

Este profesional, “Ingeniero de Mantenimiento y Confiabilidad”, como dijimos no solo se prepara en la Universidad, sino que se hace con la experiencia diaria y con las aptitudes y actitudes descriptas oportunamente, pudiendo provenir de distintas especialidades (Industrial, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, etc), el mismo soportará la Estrategia de “Mantenimiento Basado en La Ingeniería-Argentina”.

Un proceso de Confiabilidad y Mejora Continua implica recorrer un camino extenso y dificultoso, no exento de retrocesos en sus inicios, pero una vez establecido se realimenta constantemente con experiencias vividas, partiendo luego de bases firmes para el diagnóstico y solución de problemáticas.

Por otro lado, el conocimiento profundo de los equipos que se adquiere en el proceso y las mejoras implementadas, optimizan las prestaciones de los mismos minimizando posibles roturas catastróficas.

Como su nombre lo indica (mejora continua), una vez aseguradas todas las tareas predictivas, proactivas y producidas las acciones de mejoras y consecuencias desencadenadas por las mismas (reducción de stock, postergación de intervenciones,

aumento de disponibilidad de equipos, confiabilidad, seguridad, reducción de costos de mantenimiento, etc), cualquier interrupción del proceso traería como consecuencia inconvenientes varios en el corto plazo.

En el ámbito de incumbencia del Departamento, se aplicó constantemente esta metodología de trabajo, basada en el análisis profundo de problemáticas, generación de diagnósticos y soluciones, optimización de procesos de trabajo, capacitación técnica permanente, utilización de tecnologías específicas de última generación, comunicación interna (sectores de mantenimiento, operativos, compras, etc.) y externa (fábricas, proveedores de tecnología, proveedores de servicios, etc) fluída y permanente.

9.3.1.5.1 Conclusión Caso 1:

se puede afirmar que un proceso de este tipo, **“Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina”** o mejor expresado **“Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería-Argentina”**, una vez establecidas las bases de su funcionamiento, con recursos humanos comprometidos y consustanciados con el mismo, produce naturalmente la “mejora continua” en todos los aspectos de gestión y aplicación.

Realmente, se estuvo a pasos de lograr una Organización Basada en el Aprendizaje, pero como siempre, se cometieron algunos errores de confianza, reconociéndose al equipo que lideró el cambio parcialmente, igualmente la organización avanzó y estaba en su mejor momento, cuando algunas diferencias entre los líderes organizacionales hizo que el área de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad se fuera desintegrando, y sus recursos buscaran nuevos horizontes, la organización de mantenimiento quedó soportada en la planificación, programación y en el desarrollo alcanzado, pero comenzó un lento deterioro ,perdió lentamente el “Know How” obtenido y se quedó vacía de Visión y Misión.

Nuevamente, el ser humano apareció en evidencia como el generador de las transformaciones, ya que en este caso, la organización no creció todo lo que tenía que crecer al mismo tiempo, y al perder recursos especializados, también perdió los caminos estratégicos.

Se generaron fallas no anticipadas, paros de Planta, la pérdida de más recursos capacitados no se hizo esperar, la organización no aprovechó la gran oportunidad de saltar al nivel de las estructuras basadas en el aprendizaje para superar de esta forma la etapa de dependencia de la individualidad, al no alcanzar sustentablemente este escalón superior del desarrollo, rápidamente comenzó a dilapidar los logros y entrar en un camino reverso hacia su primera base del nivel de planificación, con un alto componente reactivo.

Normalmente las organizaciones son como resortes, si los mismos no son sujetados fuertemente luego del proceso de desarrollo, la energía potencial presente hace que, automáticamente al soltarse las amarras fundamentales , la organización

vuelva a su estado original rápidamente, de aquí la imperiosa necesidad de alcanzar el nivel de aprendizaje en el cuál las mismas se realimentan y dejan de depender del ser humano como centro de su desarrollo, de tal forma que la pérdida puntual de recursos, siempre está soportada por un semillero profesional, que con menores consecuencias, reasume las funciones momentáneamente debilitadas y se sube nuevamente al camino del crecimiento.

Por esto, la atención debe ser constante y la gestión de excelencia, conociendo que la distracción y el relajamiento no es para este tipo de Industrias, ya que esta aparente calma, se pagará con importantes pérdidas futuras sino se mantiene la vista fija en la Visión, plasmada filosóficamente en la frase “Mantener la Mente sobre la Máquina, la Instalación y el Negocio” para asegurar vida activa permanente al ciclo de la Mejora Continua.

Un tema clave en este y en cualquier desarrollo organizacional , es generar el medio ambiente adecuado en el cual se permitan visionar mejores formas de alcanzar los objetivos, superarse, crecer humana y profesionalmente , entregar algo mas a la sociedad respetando la vida y haciendo uso de nuestros recursos en forma eficaz y eficiente.

Es clave observar que este entrono diferenciador es posible de lograr en cualquier organización o en la misma sociedad circundante, se necesitan liderazgos decididos y fuertes que soporten toda la etapa de prueba y error, en definitiva la etapa de creación y de aprendizaje, esto que parece fácil al decirlo no es sencillo de lograr, los resultados se requieren ya y a veces el tiempo necesario para generar sustentabilidad en los Procesos Organizacionales no es el deseado.

Causa conmoción observar como un ambiente o entorno preparado para soñar, crear y generar visiones del futuro, si está bien orientado se traduce en generaciones de Liderazgo en la materia.

Siempre los ejemplos los podemos rescatar de la historia o del propio medio que nos rodea, los Medicis en Florencia lideraron el conocimiento mundial durante generaciones, cuando uno visita esta fantástica ciudad y observa el desarrollo que generó en un período de su historia, se da cuenta que existió un disparador, una Visión ,

una Estrategia y Tácticas Asociadas a una Misión, prácticamente el Renacimiento se potenció en este pequeño poblado con mucha de su propia gente, ¿Cómo lo hicieron?, ¿Con qué recursos?, ¿Cuál fue su idea?, ¿Quiénes lo originaron?, en definitiva ¿cuál fue la masa crítica de gente que permitió semejante nivel creativo?.

Rápidamente se puede observar que se generó un Medio adecuado, se soportó económica y políticamente el desarrollo, se convocó a algunos de los científicos , artistas y pensadores mas importantes de la época los cuales con su impulso productivo impulsaron en una pequeña ciudad de Italia un liderazgo técnico, económico y artístico impresionante, admirable y realmente increíble que aún hoy perdura en alguno de sus aspectos.

Podemos hablar horas de este suceso histórico potente y perdurable en el tiempo, que cambió la humanidad. También sobre otros casos puntuales como el que podemos observar fácilmente en nuestro entorno cercano, cuando vemos que una ciudad relativamente pequeña como Bahía Blanca generó íconos del Basquetbol mundial y aún hoy permanentemente genera jugadores de cierta elite, alguno pusieron la semilla en la tierras y ayudaron a que germinara y creciera impulsando el desarrollo de estos pequeños y grandes milagros humanos, y lo hicieron generando ese **Medio Ambiente** adecuado.

Cualquier organización humana o la sociedad que las contiene, guiados por una Visión de su futuro la cual genere condiciones favorables para la mejora continua de su propia existencia, soportada en Líderes naturales con convicciones y valores, logrará sin dudas trascender.

9.3.2.1 Presentación CASO 2:

En este segundo caso, nos encontramos con algunas diferencias sustanciales con respecto al anterior, en primer lugar, una instalación profundamente tecnificada, con grandes condiciones para la generación de una Cultura asociada a conceptos de Confiabilidad, respaldada por una gran capacidad, por diseño, para el monitoreo continuo de procesos y equipos, esto vislumbraba un camino sin obstáculos hacia la Proactividad Inteligente, como denominé en capítulos anteriores. Existían muy buenas posibilidades de superar rápida y airosamente, las etapas reactivas normales de los inicios operativos.

Por otro lado, existía una Cultura muy variada, originada en distintas filosofías que nutrieron a la organización, o sea ni siquiera existía una Cultura organizacional propia, generando esto, desencuentros a la hora de establecer caminos a seguir.

Como expresamos, durante la Primera Etapa descrita, se vivía una situación similar al primer caso en el aspecto de resultados globales, con el agravante que la organización estaba compuesta por un crisol de culturas, muy difíciles de ensamblar y conducir, con líderes de filosofías totalmente opuestas, sin una posición definida sobre el cuidado de los Activos, y como frutilla del postre, una corta vida productiva con un aprendizaje escaso.

Se había generado una Cultura de la emergencia muy reconocida, con héroes desarrollados en dichas actividades, cuyo prestigio crecía exponencialmente en condiciones críticas y desesperantes, pero se desvanecía en la normalidad. Como ya vimos en capítulos anteriores , para estos actores organizacionales, el mantenimiento reactivo es su alimento vital, aunque no sea sustentable para la organización en el mediano plazo, las resistencias al cambio no se harían esperar.

Cabe destacar, que en la especialidad de Mantenimiento Industrial, uno de las situaciones más difíciles de manejar es la normalidad, pues es en estas situaciones cuando se deben generar Políticas de Activos Proactivas, que eviten la aparición de sucesos no deseados , manteniendo la mente alerta a las posibilidades de mejora, para que los eventos no planificados nunca se alcancen a concretar.

Podríamos decir que existía una atmósfera de urgencia o emergencia permanente, con activos físicos de diseños específicos, con fallas y problemas funcionales novedosos en muchos casos, con los conocimientos centrados aún en el fabricante (OEM), con áreas ejecutoras estancas a modo de protección , y por sobre todas las cosas ,una Disponibilidad de Activos Físicos reducida, lo cual producía grandes pérdidas productivas.

La situación presentaba algunas connotaciones asociadas a un caos organizado, con alguno visos de creatividad no muy bien orientada, similar al arranque de cualquier Planta industrial de estas características. Este entorno productivo requería acciones que desentrañaran la condición de reactividad, para pasar a una situación de control. Alguién veía los resultados, y a pesar de los esfuerzos, la organización de mantenimiento se parecía más a una agrupación de bomberos, que a una fuerza especializada generadora de estrategias que eviten las fallas, no había plan a futuro y el cambio no debía tardar en llegar.

Se comenzaba a ingresar en la segunda etapa, donde se visualizaba un desarrollo lento del área, se necesitaba la inyección de nuevas ideas para salir del estancamiento, se completa el staff de Mantenimiento con personal especializado para intentar dar un salto hacia el dominio Planificado de Ledet, en procura del Dominio Proactivo.

Segunda etapa:

- Se genera un plan de trabajo soportado en las Mejores Prácticas Internacionales de la especialidad Mantenimiento Industrial.
- Se comienza a desarrollar un Plan de Mantenimiento Predictivo, con la idea de poner un freno a la reactividad y a la emergencia.
- Se desarrollan los procedimientos del área, técnicos y de gestión.
- Comienzan a realizarse Análisis Proactivos, en especial, en la primera etapa se comienza con el RCM.
- Se trabaja sobre la generación de una Visión y Misión del área.

-Se invierte en todo tipo de herramientas de mantenimiento de última generación, tanto para dar Calidad a la ejecución, como para potenciar el mantenimiento predictivo.

-Capacitación, capacitación , y un poco más de capacitación con especialización.

- Se comienza a desarrollar en el CMMS , la plataforma para soportar el historial de mantenimiento, de tal manera de apuntalar la Proactividad del área.

-Gestión aún basada en la atención del Mantenimiento Reactivo.

Se comienza a producir el cambio que sentaría las bases para Gerenciar los Activos Físicos. La tecnologías de Mantenimiento Predictivo y de Monitoreo de Condición comienzan a dar sus frutos, iniciándose un lento retroceso de la reactividad.

Tercera etapa:

-Se profundiza el plan en pos de cumplir con las Mejores Prácticas internacionales en la materia.

-Se profundiza la implementación de Análisis Proactivos, se implementa el FMEA desarrollado especialmente para el área, rápidamente se comienzan a visualizar resultados que el RCM aún no había podido alcanzar. El RCA pasa a ser un componente fundamental de la organización, como herramienta reactiva de mejora para la eliminación de las fallas futuras.

-Se completa el staff de Ingeniería en todas las especialidades.

-El Mantenimiento Predictivo planificado, basado en tecnologías de primer nivel, se generaliza con variados planes por especialidad.

-Mediante el FMEA, los RCA y los análisis RCM se comienzan a incrementar y mejorar las Políticas de Activos existentes, la organización comienza el aprendizaje.

-Se visualiza claramente, a través de indicadores de clase mundial, el pasaje del Reactivo al Planificado Proactivo.

-Se evidencian claras mejoras en la Planificación y Programación, los indicadores se revierten y se comienza a generar la mejora.

-La Disponibilidad de Activos Físicos comienza a mejorar sustancialmente, debido a una mejor Confiabilidad y Mantenibilidad.

-El Mantenimiento Proactivo es difundido en toda la organización , y se respetan los logros del mismo.

En esta etapa de búsqueda de nuevos niveles de desarrollo, se generan desbalances entre áreas, se produce algo no deseado por el Gerenciamiento de Activos Físicos, cual es la dispersión de estrategias para el cuidado de los mismos. Algo bien claro, es que si la organización no crece sobre bases firmes y en condición nivelada, en todas las áreas que tienen injerencia sobre la Disponibilidad y Confiabilidad de los Activos, ya no es un Gerenciamiento de Activos, porque justamente estos modelos se generan pensando en obtener el mejor resultado sobre la inversión, y si se producen diferencias filosóficas, estratégicas, de recursos a nivel inter-áreas y no se superan, claramente se demuestra , como bien determinó Ledet, que apenas se alcanzará el nivel de Planificación, pero no se logrará ingresar al nivel Proactivo.

Se produce el ingreso del algún área al nivel Proactivo, pero como expresamos en reiteradas oportunidades, todas las áreas deben encolumnar esfuerzos para lograr resultados asociados a un Gerenciamiento de Activos Físicos, los resultados acompañan parcialmente.

Cuarta etapa:

-Se profundizan los Análisis Proactivos, aparece el PMO (Planned Maintenance Optimization) como una herramienta válida para la revisión sistemática de los Planes de mantenimiento en vigencia.

-Se implementan nueva rutinas Predictivas, la organización comienza a sentir la reducción de horas extras y la disminución sustancial de asistencias mediante guardias pasivas.

- Se logra una organización muy parecida a una Basada en el Aprendizaje, pero demasiado circunscripta al área de Mantenimiento.
- Se ajustan los procedimientos, se incrementa el Proactivo en detrimento del Reactivo.
- La organización alcanza certificaciones internacionales de primer nivel en el uso de diferentes tecnologías de mantenimiento.
- Se genera un área de Confiabilidad, con responsabilidad sobre la Ingeniería de Confiabilidad y Mantenimiento.
- Las inversiones en tecnologías de punta, son realmente de primer nivel mundial.
- Se generan auditorías internas que acompañan el proceso de mejora continua.
- Se desarrolla el sistema CMMS (muy conocido a nivel internacional) en tal profundidad, que se requiere un servicio específico del diseñador para ajustar el mismo a los requerimientos del Gerenciamiento de Activos de la instalación.
- Toda actividad de Mantenimiento Planificada tiene un Análisis Proactivo de Soporte (FMEA; RBI; RCA; RCM; etc).
- Se avanza en el análisis de riesgo de las tareas y en todos los conceptos de seguridad en la ejecución.
- Se implementan sistemas específicos de justificación del stock de mantenimiento.
- Se superan auditorías internacionales con resultados de primer nivel mundial.
- El área analiza las actividades, aprende, se tecnifica, su columna vertebral está constituida por un nivel pensante, un nivel que planifica y programa y un nivel de ejecución de excelencia, pero es el primero, el nivel de Ing. de Mantenimiento y Confiabilidad el que genera las Políticas de Activos y las estrategias a implementar.
- El RCA comienza a cruzar transversalmente las áreas operativas , se comienzan a Gerenciar los Activos Físicos, pero esta es la única herramienta que logra superar los escollos y avanzar, cabe destacar que la misma es una herramienta reactiva y se utiliza “post mortem”, es imprescindible utilizarla para aprender de los eventos de falla, pero la tendencia debería ser hacia la minimización demostrando que se está en el camino a la desaparición de las fallas no previstas.

-El FMEA tiende a implementarse en todas las áreas operativas , como una herramienta muy interesante para soportar análisis de mayor profundidad, el RCM obtiene algunos logros parciales a nivel global.

-Capacitación e incursión en herramientas de control estadístico.

-Algún alineamiento con las Especificaciones PAS 55.

-Se comienza a visualizar la etapa final hacia una Organización Basada en el Aprendizaje, aunque el paso final es el más difícil, porque es fácil demostrar crecimiento cuando se parte de base cero, pero cuando se quiere alcanzar la excelencia en toda la gestión y ejecución para lograr el Gerenciamiento de los Activos Físicos, toda la estructura organizacional debe estar alineada detrás del objetivo, y el compromiso requerido a todos los recursos humanos en forma sustentable en el tiempo, tanto desde el punto de vista del conocimiento en acción, como del personal para alcanzar un grado de excelencia , es realmente desafiante y difícil de lograr, incluso en las mejores organizaciones a nivel mundial.

-Se incursiona en la adquisición y el desarrollo de una Plataforma (software) de Gerenciamiento de Activos Físicos líder a nivel mundial, el cual incluye todas las herramientas que hemos visto y se le anexan módulos estadísticos , económico financieros y de decisión que a través de la gestión de todos los datos e historial de los Activos Físicos proveen una base de un nivel muy superior para el proceso decisorio.

Para demostrar las bondades de la aplicación de Modelos anticipativos en este Caso 2, presentaré algunos indicadores que muestran a las claras los resultados obtenidos.

9.3.2.2 Indicadores Claves-Caso 2 Gerencia de Activos Físicos

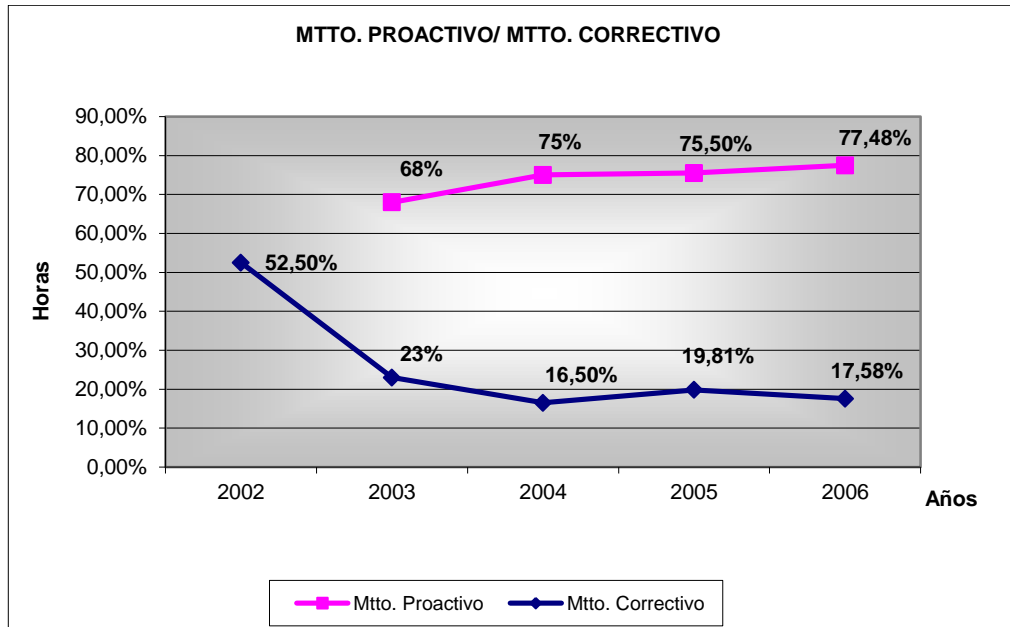


Fig. 9-10

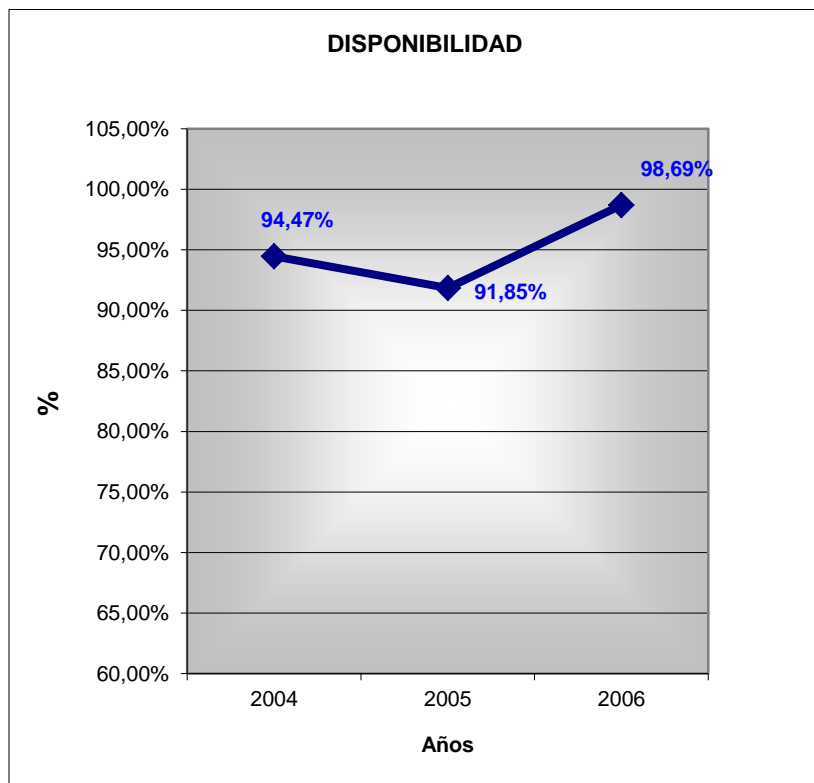


Fig. 9-11

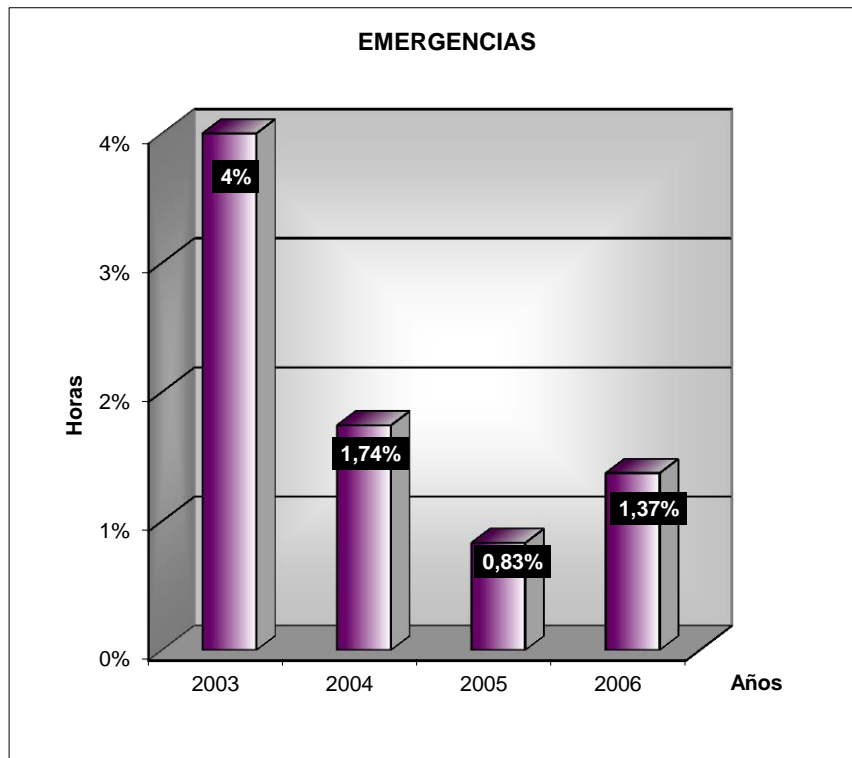


Fig. 9-12

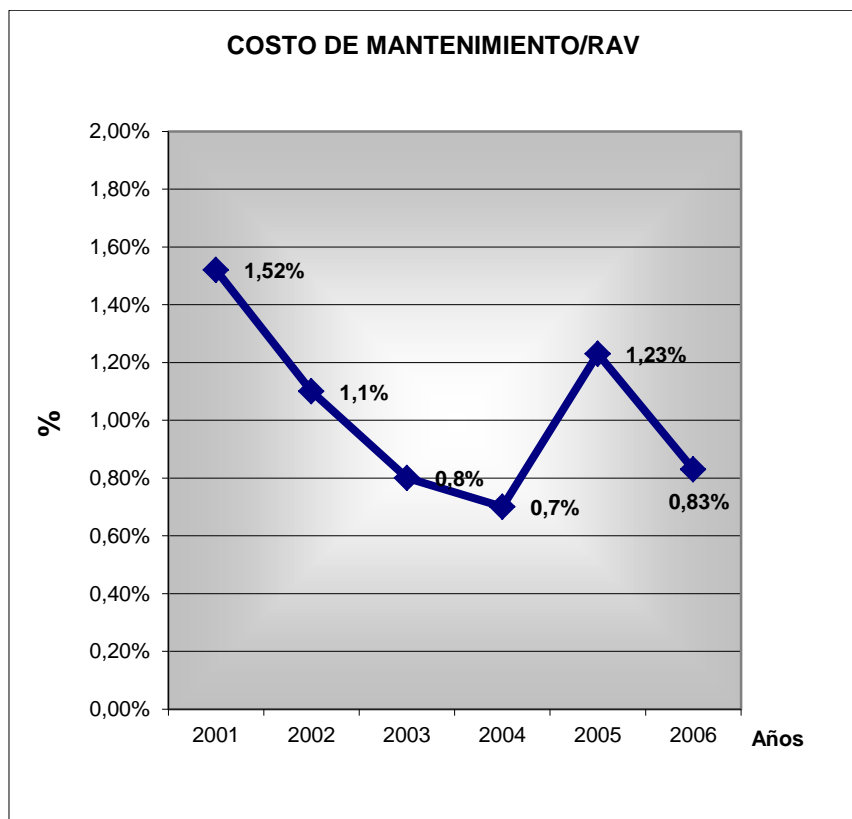


Fig. 9-13

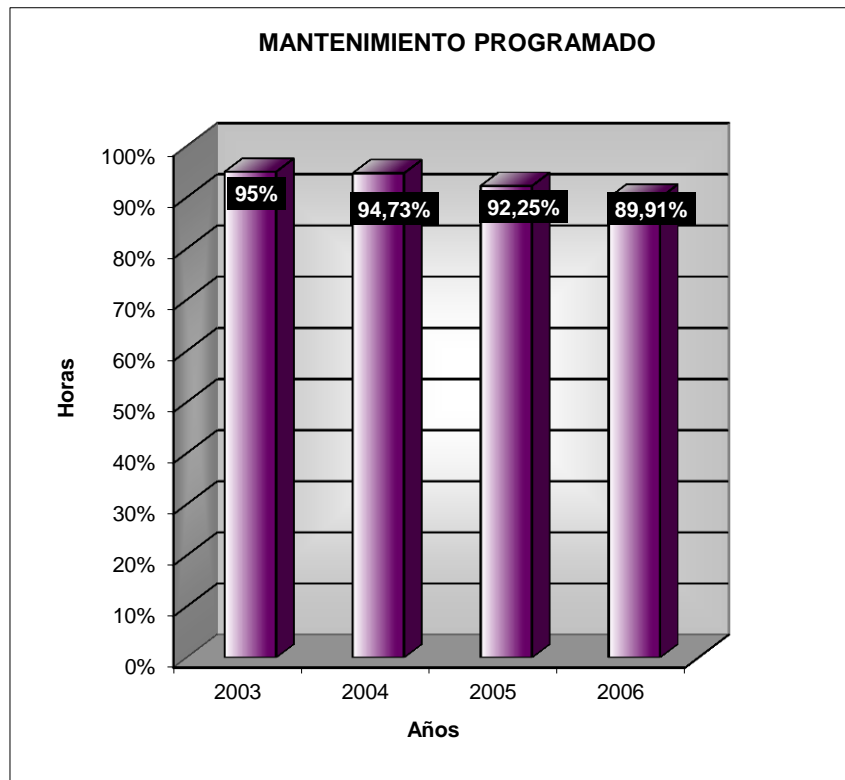


Fig. 9-14

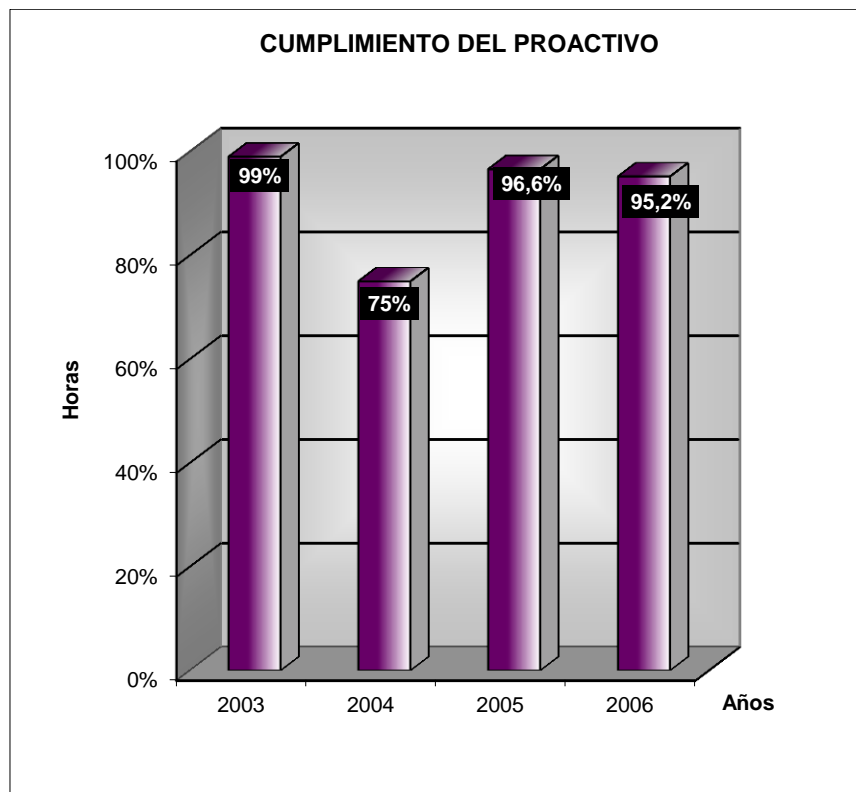


Fig. 9-15

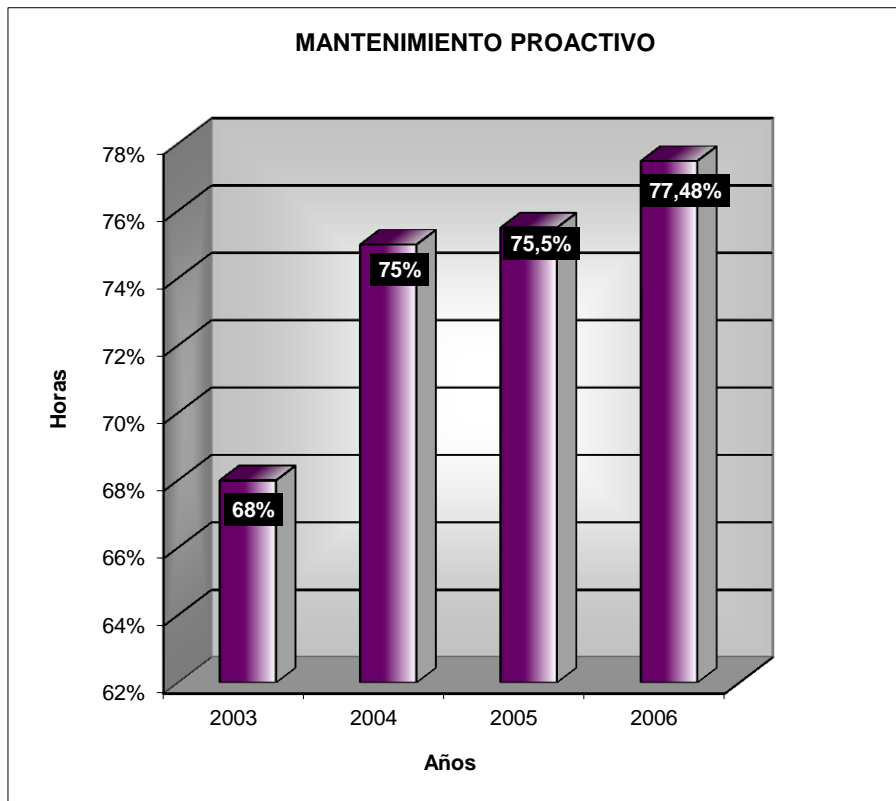


Fig. 9-16

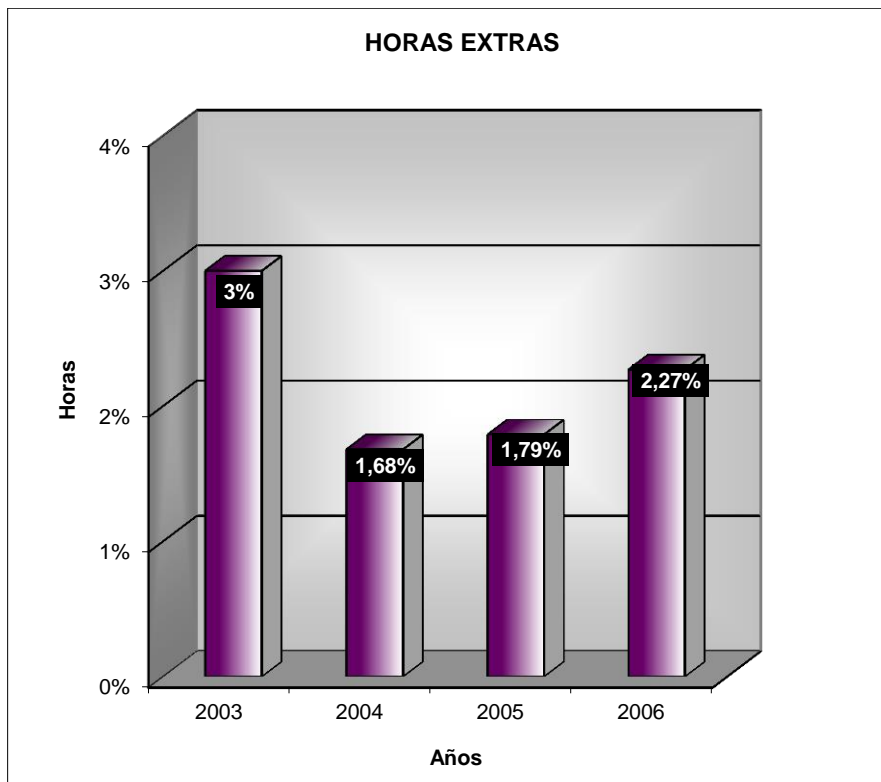


Fig. 9-17

9.3.2.3 Análisis Económico-Estratégico Caso 2:

En este caso, como expresamos en el inicio del análisis, nos encontramos con una Instalación de 1er nivel internacional, en todos sus ámbitos de gestión y productivos, con tecnologías de avanzada, variada y muy desafiante para el área de mantenimiento, con etapas reactivas en los inicios, pero comenzando el camino del aprendizaje.

Los indicadores presentados nos permiten visualizar un camino similar al Caso 1, aunque es impactante observar el Mantenimiento Correctivo Total (Emergencias/Urgencias + Reactivo Planificado) en el 1° año presentado (2002), el mismo supera el 50 % como porcentaje de horas hombre utilizadas en las actividades de mantenimiento. Luego se observa, como rápidamente se comienzan a visualizar las primeras mejoras, al comenzar a dar resultado la aplicación de las herramientas predictivas, asociadas a una planificación más ajustada, automáticamente vemos cómo se comienza a reducir el Mantenimiento Correctivo.

Se observa claramente, como la comparativa entre el Mantenimiento Proactivo (PM+PdM; Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo) y el Mantenimiento Correctivo (Emergencias/Urgencias + Reactivo Planificado), se comienza a abrir en el tiempo, en el año 2002 una gran parte de las actividades de mantenimiento era reactiva (más del 50%), el Mantenimiento Proactivo se comenzó a visualizar a partir del 2003 con un 68% de piso, lo cual ya era un valor que auguraba buenos resultados en el mediano plazo. (Fig. 9-10)

Ya en el año 2004, se presenta un salto de calidad, el Mantenimiento Proactivo (Mtto. Preventivo + Mtto Predictivo) comienza a crecer en % de horas hombre, como consecuencia de la disminución del reactivo, y esta tendencia se estabiliza en el tiempo, con un alto % de Mtto. Proactivo y reducido % de Correctivo, como se puede visualizar en la Fig. 9-10 , y en la siguiente tabla:

	Mtto. Correctivo	Mtto. Proactivo
2002	52,5%	
2003	23%	68 %
2004	16,5%	75 %
2005	19,81%	75,5%
2006	17,58%	77,48%

Recordando que el Mantenimiento Reactivo Total (Emergencias/Urgencias y Reactivo Planificado), según indicadores World Class, debe ser <al 30% como máximo; el Mantenimiento Proactivo (PM+PdM) debe ser >al 70 % como mínimo.

La evolución, es claramente positiva logrando en el año 2006 los mejores valores históricos con un Reactivo de 17,58% y un Proactivo de 77,48%.

Todo esto, se debería visualizar en los indicadores asociados al funcionamiento de la Planta y por supuesto vemos en el año 2004 una Disponibilidad de 94,47 %, un 91,85 % en el 2005, y el mejor valor en el 2006 con 98,69 %, para entender un poco mejor el tema, un rango de diferencia de Disponibilidad de un 4% , significa un monto muy superior a los 5 millones de dólares de pérdidas productivas anuales en este tipo de Compañías. (Fig. 9-11).

Por otro lado, el porcentaje de horas hombre por emergencias también acompañó la mejora, ya que en el 2003 era del 4% y se llegó a un muy buen 1,37 % en el 2006. (Fig. 9-12)

Para que tengan una idea, en un plantel de 40 personas para el cuidado de los Activos, a 160 hs por persona mensuales, suman en el año más de 76000 horas productivas, de las cuales aproximadamente 1000 horas corresponden a emergencias, en una instalación de este tipo es un número impresionante.

También estos resultados fueron acompañados por un Costo de Mantenimiento/RAV decreciente desde 1,51 en el 2001 a 0,83 en el 2006, esto muestra a las claras la excelencia de la gestión, y por otro lado también la influencia de una mano de obra

de alta calidad (Argentina) pesificada contra activos dolarizados, pero este es otro tema. (Fig. 9-13)

Nuevamente, para dar un ejemplo , un valor de 1,51 % en el Costo de Mtto/RAV en un instalación de 700 millones de U\$\$, significa un gasto de 10,5 millones de dólares, si bajamos al 0,83 % Costo de Mtto/RAV, el gasto es de 5.8 millones de U\$\$, o sea un nuevo ahorro de casi 5 millones de U\$\$, o la mitad del gasto en Mantenimiento del 2001.

Como vemos, pequeños cambios en los Indicadores, debido a los grandes montos involucrados, producen sustanciales cambios en los ahorros o en las pérdidas que se producen.

Con un análisis básico, entre la mejora del Indicador de Disponibilidad y la mejora en el de Costo de Mtto/RAV, podemos observar una reducción entre gastos y pérdidas de más de 10.000.000 de U\$\$, en tres a cuatro años. Esto se produce debido a que, se reducen las pérdidas productivas por la alta Disponibilidad de los Activos Físicos, y se eficientiza el uso de los recursos de Mantenimiento por la reducción del Reactivo, cuyo costos como vimos en capítulos anteriores , son muy superiores a los del Mtto Proactivo.

Por supuesto, todos estos logros están fundamentados en una profunda Planificación y Programación, como lo demuestra el índice de Actividades Programadas (90 % en 2006), un alto % de Mantenimiento Proactivo (77,48% en 2006) y el cumplimiento fundamental del Mantenimiento Proactivo programado (95,2 % en 2006), base del perfil anticipativo de la gestión. (Fig. 9-14), (Fig. 9-15) y (Fig. 9-16)

Por último, las horas extras también muestran tendencia decreciente alineándose con los demás indicadores, ya que se fueron reduciendo año a año, desde un 3% en 2003, a un 1,68% en el 2004, un 1,79% en el 2005 y un 2,27% en el 2006. (Fig. 9-17)

Es muy interesante, visualizar cómo al bajar la reactividad e incrementar la proactividad, se alinean todos los indicadores, sobre todo los de Disponibilidad de Planta y los Costos de Mantenimiento, que en uno y otro extremo, eficacia y eficiencia respectivamente, marcan claramente que el camino es el correcto.

De acuerdo a todos los Indicadores presentados, parece que sencillamente se fueron cumpliendo los pasos para lograr registros de nivel mundial, la realidad es que el proceso llevado adelante para ingresar en el Dominio Proactivo ,requirió un esfuerzo muy importante de los recursos humanos de la Organización, la misma se introdujo en un proceso de capacitación profunda de los recursos humanos, aplicación de Análisis Proactivos, implementación de las más importantes Tecnologías Predictivas a nivel mundial, con participación de especialistas extranjeros, logrando certificaciones internacionales para el manejo de estas herramientas, una Planificación y Programación muy ajustada, y un análisis de fallas profundo con el objetivo de mejorar continuamente.

Todo esto llevó de 3 a 4 años, se avanzó en la aplicación de las Mejores Prácticas en forma planificada, con un seguimiento estricto, y sí, cabe aclarar en este caso, con posibilidades desde el punto de vista de disponibilidad de recursos para avanzar en la implementación.

Se logró una gran especialización de los recursos humanos del área, tanto en los niveles de Ejecución, como en Planificación y en Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, esto permitió ingresar en un nivel de control donde no se produjeron en el año 2006 prácticamente fallas de Activos Físicos, por otro lado la organización comenzó a hacer su propio y novedoso camino, tal es así que el Modelo desarrollado fue presentado en conferencias especializadas a nivel internacional.

Se realizaron importantes inversiones para alcanzar estos logros, las cuales rápidamente se pagaron con resultados Operativos de Excelencia.

Este caso, de acuerdo a los resultados obtenidos, es un claro indicador de la potencialidad del Profesional Argentino, ya que como expresé en el comienzo de este trabajo, culturalmente, la nuestra es una sociedad acostumbrada a los reveses y a levantarse desde la más absoluta profundidad y oscuridad.

El Ingeniero Argentino, componente originado en este entorno, tiene las mismas características, está acostumbrado a los grandes desafíos, toma variadas responsabilidades que en otros países no se concibe, y esto le permite desarrollarse en forma genérica como en ningún otro ámbito del mundo, es así que muchos profesionales tienen una visión global de la Industria que los hace especialmente

valiosos para el Gerenciamiento de Activos Físicos, pues esto requiere especialización en los Activos y Visión del Negocio para aunar ambos conocimientos en el único resultado superador, cual es el “mejor retorno sobre la inversión”.

9.3.2.3.1 Conclusión Caso 2:

como resultado global no nos debe extrañar el observar etapas similares de desarrollo en cualquier Compañía de este tipo, que pretende alcanzar un Gerenciamiento de sus Activos Físicos, el desafío es realmente alcanzar la etapa signada por un profundo aprendizaje organizacional, en pos de lograr el mayor rendimiento productivo de los Activos Físicos.

Nuevamente, al igual que en el Caso 1, a través de caminos principales similares, nos acercamos claramente al Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería, con un gran compromiso del área por excelencia del cuidado del Activo (Mantenimiento) en modificar el rumbo inicial reactivo, hacia una organización basada en el aprendizaje, con neto perfil proactivo.

En todo este proceso ,nuevamente la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, fue y es el área con conocimientos y experiencias para marcar el rumbo y liderar el proceso de las transformaciones, ahora sí, con líderes cada vez más convencidos de los resultados superadores de una actividad cohesionada, en pos del óptimo manejo de los Activos Físicos.

No se logró una Organización profundamente encaminada hacia el proceso de aprendizaje continuo, pero los caminos estaban al frente para lograrlo, algunos resultados productivos ayudaron a reconocer que se circulaba por la buena senda, y otros ayudaron a reconocer la necesidad de profundizar las transformaciones, para mantener en primera instancia, la Confiabilidad establecida por el diseño de la Planta, y en segunda instancia superar la misma mediante aplicaciones tecnológicas y de conocimientos de punta.

Al igual que en el primer caso , la organización transitó claramente el Dominio Proactivo , porque Planificó y Programó, implementó herramientas predictivas, y desarrollo modelos anticipativos, mediante la gran cantidad de posibilidades de monitoreo de condición que presenta por diseño la instalación.

Incurrió, en un desarrollo propio del Gerenciamiento de Activos Físicos, que le dió no pocas satisfacciones, fue perseverante en el objetivo para superar las resistencias naturales a semejante cambio, logró un nuevo paradigma cultural

asociado a la excelencia en cada actividad, modificando posicionamientos mentales de recursos con larga experiencia en la Industria.

Los resultados fueron esperanzadores, pero nuevamente debemos tener claro que se debe alcanzar realmente una Organización Basada en el Aprendizaje para superar definitivamente las etapas Reactivas, de Planificación ,incluso el domino Proactivo para alcanzar el Dominio Estratégico , en el cual la organización encontrará las vías del crecimiento sostenido en forma sustentable y con escasas posibilidades de retrocesos en su nivel de resultados, esto se va a lograr porque aprendió y plasmó ese aprendizaje en todas sus Políticas de Activos, en sus Procedimientos , en su estructura de Calidad, presentándose como una organización altamente sistematizada en la cual el ser humano cumple funciones preestablecidas y perfectamente procedimentadas, teniendo a su vez todos los conocimientos requeridos por la tarea al alcance, o como parte de su propio “expertise”.

Pero por otro lado, en sus áreas de desarrollo, la organización deberá estar permanentemente en ebullición, tratando de superarse, generando nuevos desafíos, en un ámbito de liberación que permita a sus integrantes pensar en el mediano y largo plazo, porque en el corto se siente respaldado por áreas de ejecución y de tratatamiento de la problemática diaria totalmente en control.

9.4 Conclusión Final:

9.4.1 *¿Cuál es el Futuro?*

Dividiría este análisis final en dos componentes:

-El puramente Técnico, derivado del aspecto específico tratado en esta Tesis, cual es alcanzar el Gerenciamiento de Activos Físicos en nuestro país.

-El aspecto netamente Organizacional y el Medio Ambiente requerido para lograr el desarrollo, asociado a los liderazgos, perfiles y visiones imprescindibles para extraer el mayor potencial de los Recursos Humanos componentes de Operaciones.

Si nuestra actividad se desarrollara en un país sin las dificultades que se presentan en nuestro caso, diríamos que nos seguiríamos tecnificando y especializando, tratando de posicionar al Mantenimiento en un nivel de decisión cuyo aporte basamente el negocio.

Aún en esta situación, este es el gran desafío, el **Gerenciamiento Integral de Activos Físicos** representa el futuro de la actividad, entiendo que debe ser **Basado en la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad**, esto posicionará al viejo Mantenimiento Industrial en el nivel de decisión necesario para aportar su Conocimiento (know how) al desarrollo de nuevos negocios, nuevas instalaciones y equipamiento, aseguramiento de la “Capacidad de Producción”, cumplimiento de normativas de Calidad, Seguridad y Medioambientales, generando un profundo trabajo en equipo con los diferentes estamentos de la Empresa, para minimizar errores que normalmente se generan por la participación individualista de los distintos Departamentos en la toma de decisiones, produciendo finalmente, índices de eficacia y eficiencia en la gestión de Clase Mundial.

Hoy más que nunca, la Empresa necesita que sus recursos humanos interactúen y derriben barreras interdepartamentales, que históricamente produjeron dificultades, ya que conocimientos existentes en las Organizaciones no son aplicados a tiempo, debido al manejo acotado por los distintos Departamentos de los mismos.

En Argentina, se debe profundizar esta estrategia ya que los Recursos Humanos, técnicos y tecnológicos resultan a veces insuficientes, de aquí que una mentalidad ABIERTA Y ANALISTA SERÁ FUNDAMENTAL PARA EL NUEVO RECURSO HUMANO de la Gerencia de Activos Físicos, la cual permitirá la supervivencia de las organizaciones.

Como dijimos, el profesional de la Ingeniería Argentina, se adapta a estas condiciones y será vital para el logro de objetivos en nuestro propio ámbito productivo.

Por supuesto, deberá adoptar y adicionar a sus conocimientos, nuevas técnicas de negocios, financieras, comerciales, organizacionales, contables, sociológicas, etc; cumpliendo actividades multifunción altamente requeridas por las Compañías , debido a las restricciones presupuestarias actuales.

Hoy en día la situación está planteada de esta manera, el nuevo profesional de la Gerencia de Activos Físicos necesita poseer un abanico de aptitudes y actitudes interdisciplinarias, sin perder sus especialidad, y a su vez ser el soporte del proceso de “Mejora Continua”.

La Confiabilidad y Disponibilidad, la reducción de Costos de Mantenimiento, la clara muestra de la absoluta preponderancia de Técnicas Predictivas y Proactivas con aplicación de Mantenimientos Preventivos insustituibles basados en Análisis Proactivos sistematizados, y el retroceso constante de Acciones Correctivas, demuestran los objetivos alcanzados.

Como expresamos, en ambos casos presentados, la “Ingeniería de Confiabilidad y Mantenimiento” resultó ser el motor del “CAMBIO”, produciendo el mismo mediante la participación generalizada de todos los que de alguna manera participan en el Gerenciamiento de los Activos Físicos, actuando de usina generadora de ideas y aportes al proceso de Confiabilidad y Mejora Continua.

El trabajo en equipo, teniendo en cuenta el objetivo de generar desde abajo hacia arriba, ideas creativas e innovadoras, y hacer participar a una mayor cantidad de personas en la toma de decisiones, resultó como ya explicamos, imprescindible para llevar adelante el proceso.

El análisis global realizado, como vemos no se soportó en el tipo de actividad productiva al cual se aplicó, ya que existe el convencimiento que la estrategia de “Mantenimiento Basado en la Ingeniería-Argentina”, o mejor expresado, el “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería- Argentina”, es factible de implementar en cualquier ámbito productivo, incluso pequeñas y medianas empresas, las cuales deberán analizar indefectiblemente el desarrollo de un proceso de este tipo para perdurar y producir valor a futuro.

Resulta reconfortante alcanzar este tiempo del trabajo de Tesis, ya que personalmente siento que estoy cerrando un importante capítulo de mi vida profesional, al cual dediqué los últimos 20 años, teniendo en cuenta que tengo 50 años, es sin miedo a equivocarme una de las etapas más productivas que me haya tocado vivir, siento que aproveché muy bien este tiempo, más allá de si supe plasmar o no todo este aprendizaje en la Tesis.

Es muy desafiante desarrollar en un documento tantas experiencias vividas, tantas alegrías, tantos contratiempos, tantas noches y fines de semana de trabajo en las Plantas Industriales, tantos nervios en juego, tantos éxitos y tantos otros fracasos, porque no tantas tristezas, que normalmente cualquier profesional vive y siente a lo largo de su carrera, si es que adosó a la misma, un valor fundamental para lograr el más profundo éxito, cual es la “PASION” por su especialidad, y por el servicio que pueda prestar a la sociedad, a través de la misma. Hoy puedo afirmar que me siento profundamente complacido, por haber transitado los caminos que se me fueron presentando.

Este Magíster en Administración me vino a aportar un componente vital al “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería-Argentina” , cual es justamente el más importante de los componentes del título a esta altura, el Gerenciamiento, porque me permitió cerrar el concepto de Mantenimiento Industrial

y abrir un panorama global a través de la idea de Gerenciar los Activos, con todo lo que esto implica.

Esta palabra tan mal utilizada en la actualidad, ya que se usa para denominar puestos funcionales de niveles inferiores en organizaciones de todo tipo, en realidad es una palabra clave para el caso tratado por este trabajo de Tesis.

Hablar de Gerenciar los Activos Físicos, implica hacerlo eficaz y eficientemente para todos los que de alguna manera u otro le impactan los resultados producidos por los mismos, y estas dos palabras están claramente asociadas al “NEGOCIO”, para el cual fueron diseñados e instalados los Activos en puntos específicos de una Planta Productiva.

Realmente el gerenciamiento produce y requiere un gran compromiso de las organizaciones para con sus Activos Físicos, y esta es la clave, todos detrás de un objetivo común , Operaciones, Mantenimiento, Proyectos, Procesos, Compras, Almacenes de Repuestos, etc, cual es obtener el mayor retorno sobre la inversión, sustentablemente durante la vida útil de la Planta. Esta última es comparable a un cuerpo humano, donde cada órgano cumple su función, si alguna función se cae comienzan los problemas, y para que dichas funciones se mantengan óptimas en el tiempo, debemos cuidar aquellos órganos críticos que permiten una salud general aceptable durante toda nuestra vida.

El concepto de gerenciar es de la presente década, modernas guías permiten introducirnos en estas ideas, recomiendo profundamente la lectura de los documentos PAS 55, para comenzar a reconocer las posibilidades y las necesidades de un Modelo de nivel mundial para el manejo global de los Activos Físicos.

Ref.: PAS 55-Asset Management-British Standards Intitutions (BSI)

A nivel de gestión, este Modelo rompe con las estructuras típicas (incluso de bibliografía actualizada), de las áreas productivas de las Compañías, este es un paso que va a ser difícil de dar, pero imprescindible para lograr alineación Filosófica y Estratégica tras el objetivo fundamental ya expresado.

Las grandes cambios, siempre requieren procesos que duran años, pero es evidente que a nivel Directivo y de los Accionistas, hoy en día las Compañías pretenden más y más resultados con los mismos Activos, incluso incrementar su vida

útil, ejemplo de esto es que en el mundo no se han instalado nuevas refinerías en los últimos 20 años, solo se han realizado ampliaciones para aumentar la capacidad, esto provoca grandes desafíos a las áreas del cuidado de los Activos, pero no todo es tan difícil y sombrío, la tecnología nos supera día a día y no hay estructura organizativa ni intereses personales que puedan frenar el desarrollo.

Las empresas no se pueden dar el lujo de presentar compartimientos estancos, conocimientos y liderazgos centralizados, poderes irremplazables y autoritarios, el crecimiento estratégico es exponencial cuando se le permite a la gente pensar el futuro y generarse su propio destino.

Estas organizaciones tendrán que reconvertirse a estructuras flexibles y dinámicas, con liderazgos situacionales que permitan anticiparse a la movilidad y variabilidad de los mercados, a los acontecimientos mundiales y a los requerimientos de un Medio Ambiente debilitado por años y años de uso indiscriminado de recursos naturales no renovables.

El desafío del futuro se presenta excitante para la nueva Ingeniería , ya que está en juego la vida humana, y por lo tanto la ciencia debe profundizar la búsqueda de alternativas productivas sustentables, con Activos Físicos más eficientes y eficaces, cuyas emisiones sean inocuas para nuestra atmósfera.

El “Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería”, será una herramienta fundamental para diseñar, instalar y operar los equipos productivos, bajo el amparo de una Filosofía con cero fallas, cero emisiones, cero incidentes de seguridad, en definitiva, cero impacto con óptima productividad.

Que interesantes serán para las nuevas generaciones estos desafíos, se sabe que las crisis son oportunidades, el tema es aprovecharlas, las reuniones de Copenhague posiblemente comiencen a cambiar el rumbo Industrial Mundial, hacía décadas que no se vivían momentos claves como los actuales, no hay caminos, hay objetivos y visiones, se deben construir las vías del nuevo desarrollo, y si algo puedo aportar , es expresar que nos animemos a imaginar futuros y a construirnos el propio.

La sociedad debe reconocer la oportunidad, ya nuestros pequeños tienen conciencia de la necesidad de vivir sustentablemente, o no son ellos los que nos impiden arrojar un papel al suelo, derrochar agua, maltratar a los animales.

Estamos en un momento clave para la humanidad, la Industria tendrá que acompañar los cambios o irá hacia su auto-destrucción, el Modelo de **“Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería-Argentina”**, es de claras connotaciones filosóficas proactivas, y se convierte en el estandarte del futuro manejo sustentable de los Activos Físicos Productivos.

Hoy en día ya se trabaja con Plataformas informáticas integrales para aplicar conceptos de Gerenciamiento de Activos Físicos, durante el año 2012 estuve inmerso en un comité internacional para el desarrollo de la Plataforma Meridium, con integrantes de Compañías como Dow Chemical, Nova Chemical; Dupont, Marathon, ConocoPhillips, la compañía en la cual trabajo actualmente y especialistas de la herramienta, todos nuestros desarrollos en Argentina fueron implementados para mejorar la Plataforma, pero este ya es otro tema que si Dios quiere complementará este trabajo a futuro.

La idea fuerza después de presentar casos reales y haber transitado este largo camino hacia el final de la tesis, se sintetiza en lo siguiente:

“Es posible alcanzar niveles de excelencia (World Class), en la actividad de Mantenimiento Industrial en nuestro País”

pero la solución final a la problemática de las Plantas Industriales sobre las cuales se basó este trabajo, estará directamente ligada a Procesos asociados al:

;;“Gerenciamiento de Activos Físicos Basado en la Ingeniería- Argentina” !!.

FIN

Referencias Bibliograficas

- RCM II-Reliability-Centered Maintenance II. (John Moubray-1997)
- Zero Breakdown Strategies. (Terry Wireman-2000)
- PAS 55-Asset Management-British Standards Intitutions (BSI)
 - Part 1: Specification for the Optimized Management of Physical Assets.
 - Part 2: Guidelines for the application of PAS 55-1.
- Maintenance Benchmarking and Best Practices “ A Profit and Customer Centered Approach”. (Ralph W. Peters 2006)
 - Making Common Sense Common Practice-“Models for Manufacturing Excellence” (Ron Moore).
- Improving Maintenance & Reliability Through Cultural Change.(Stephen J. Thomas-2005)
- Root Cause Analysis-Improving Perfomance for Bottom-Line Results. (Robert J. Latino and Kenneth C. Latino-2002)
- Maintainability-A key to Effective Serviceability and Maintenance Management. (Benjamin S. Blanchard, Elmer L. Peterson-1995)
- Maintenance Excellence “ Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions” (John D. Campbell-Andrew K. S. Jardine-2001)
- Up Time-Strategies for Excellence in Maintenance Management. (John Dixon Campbell-1995)
- Developing Perfomance Indicators for Managing Maintenance. (Terry Wireman-1998)
- World Class Maintenance Management. (Terry Wireman-1990)
- Managing for the Short Term. (Chuck Martin-2002)
- The basics of FMEA. (Robin E Mc Dermott; Raymond J. Mikulak; Michael R Beauregard)
- Overall Equipment Effectiveness. (Robert C. Hansen-2002)
- Trabajar en Equipo para triunfar. (Richard Y. Chang-1994)
- Comportamiento Organizacional. (Hellriegel-Slocum-Woodman-1998)
- Psicología de la Organización. (Edgar H. Schein-1982)

- Como resolver problemas en Equipo. (Quentin De la Bedoyere-1988)
- Como medir el rendimiento de la Empresa. (Harvard Business Review-1999)
- Sobre Tesis y Tesistas. (Gloria E. Mendicoa-2003)
- Operating Equipment Asset Management-Your 21st Century Competitive Necessity. (John S. Mitchell/PENNSSTATE-1999)
- Offshore Reliability Data 3rd edition. (OREDA-1997)
- Results Oriented Maintenance-Information for today's manager. (IDCON Inc-2000)
- Condition-Based Maintenance and Machine Diagnostics. (John H. Williams; Alan Davies; Paul R. Drake)
- Facilities Maintenance Management. (Gregory H. Magee,PE-1988)
- Benchmarking for Competitive advantage. (Robert J. Boxwell, Jr-1994)
- Total Plant Performance Management. (R.Keith Mobley-1999)
- Benchmarking: the search for Industry Best Practices that lead to superior Performance. (Robert C. Camp-1989)
- Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva. (S.R. Covey)
- Benchmarking for Best Practice-Continuous learning through sustainable innovation. (Mohamed Zairi)
- Maintenance-Organization & Systems- Business-Centered Maintenance. (Dr Anthony Kelly-1997)
- Maintenance Strategy-Business-Centered Maintenance. (Dr Anthony Kelly-1997).
- La Empresa Integrada "Competitividad para PyMES y no tan PyMES de Producción y Servicio". (Gustavo D. Santini)
- Machinery Reliability assessment. (Heinz P. Bloch-Fred K. Geitner-1993)
- Maintenance Replacement and Reliability. 2Theory and Applications" (Andrew K. S. Jardine; Albert H. C. Tsang-2006).
- Maintenance Planning and Scheduling Handbook."Streamline Your Organization for a Lean Environment" (Timothy C. Kister; Bruce Hawkins-2006)
- "Reliability –Centred Maintenance" Nowlan F S and Heap H (1978)

Publicaciones y Páginas de Internet Especializadas:

-Reliability Magazine:

-Cost Cutting Through Layoffs and Budget Cuts, or Cost Reduction Through Reliability-Whither than Goest!

(Ron Moore-Abril 2001)

-Criteria for CMS to satisfy Facility Reliability Needs.

(William C. Worsham & Charles J. Latino-April 2001)

-How Maintenance Adds Real Value.

(Charles A Totten-1997)

-CMMS. A New Process to Meet Demand: Maintenance Planning and Scheduling.

(Kevin P. Fisher & David A. Whitman-2000)

-Low Cost Reliability Thorough Operator Involvement.

(Mark Parris & Dan Cameron-2000)

-How Reliability was Marketed at Rohm and Hass.

(Carol Vesier-2000)

-Management Focus. The Future of Maintenance and Reliability Education.

(J. Wesley Hines & Thomas Sahnnon-2001)

-RCM. HAZROP: The Approach to Combining Hazop and RCM at Rohm and Haas.

(Robert L. Post-2001)

-El Proceso de Mejora Continua. “La Globalización, la apertura de los mercados y el medio ambiente competitivo han generado la necesidad, para todo tipo de Organización, de hacer un uso cuidadoso de sus recursos”.

(Ing. Hector Formento-2002)

-Plant Maintenance Resource Center:

-Condition Monitoring in the 21st Century.

(Sandy Dunn-2002)

-Examining the Processes of RCM and TPM. What do they ultimately achieve and are the two approaches compatible?.

(Ross Kennedy-2002)

-The Role of the Facilitator in Operational Reliability.

(José Durán-2001)

-The Reliability Handbook.

(John D. Campbell-1999)

-El Ingeniero de Mantenimiento-ISO 9000 e ISO 14000-Revista Mantenimiento-Chile.

(Milton Augusto Galvao Zen-1998)

-Risk-Driven Maintenance Management-Chemical Engineering. (Stephen M. Mc Manus-Mark J. Grushka-2001)

-Using Virtual Organizations to Implement Enterprise Reliability Strategies in the Process Industries”.

(Proceedings of the Process Plant Reliability Conference-2000)

-Publicación “Club de Mantenimiento”.

-SMRP (Society for Maintenance & Reliability Professionals):

-“Combining TPM and RCM”.

(Ron Moore/Ron Rath-2001)

-“An R & M Program in an Automotive Equipment Supplier Environment”.

(Brian D. Boeckmann-1999)

-Maintenance Program Optimization.

(T. Brian Long and Michael L. Harazim-1998)

-SMRP Best Practices Metrics (2005)

-Reliability Center, Inc.

-Reliability Terms.(2001)

-“Human Precision-The Human side of Reliability”.

(Ronald L. Hughes-2001)

-“How to change from a Reactive Organization to a Proactive organization”.

(Edgar Ablan-2002)

-“Reasons to Replace Equipment”.

(Ronald L. Hughes-2001)

-Definición y Logro de la Cultura de la Confiabilidad.

(Charles J. Latino-2001)

-Is Preventive Maintenance Necessary?

(William C. Worsham-2000)

-Chronic Events: Panning for Gold

(Robert J. Latino-2000)

-RCFA+RCM=Formula for Successful Maintenance.

(Mark Latino-1999)

-Hidden Treasure : Eliminating Chronic Failures Can Cut Maintenance Costs Up To 60%.

(Charles J. Latino-1996)

-Defining & Achieving the Reliability Culture.

(Charles J. Latino-2000)

-What is Root Cause Failure Analysis.

(Kenneth C. Latino-2000)

-Failure/Analysis/Problem Solving Methods.

(Robert J. Latino-1995)

-Calculating the Savings from Implementation of CMMS.

(Daryl Mather-2001)

-Disponibilidad, Confiabilidad, Mantenibilidad y Capacidad. (Parte 1)

(H. Paul Barringer, de Barringer & Associates,Inc)

-Maintenance TECHNOLOGY:

-Feeling the impact of Maintenance on Production.

(Ricky Smith-2001)

-Understanding Hidden Failures in RCM Analyses.

(Neil Bloom-2003)

-How Reliability Affects Earnings Per Share.

(Keith Burres,2002)

-TPM: An Often Misunderstood Equipment Improvement Strategy. “Six key elements put into regular use in the workplace to improve equipment performance and reliability is wath TPM is all about”.

(Robert M. Williamson-2000)

-Beyond Reliability To Profitability.

(Tom Bond and John Mitchell-2002)

-Total Productive Maintenance Profile. (Marshall Institute)

-Maintenance Management-A New paradigm. (John Moubray-2000)

-RELIABILITY WEB.COM

-The Future of Reliability Survey Report.

(2001)

-The Business Case For Reliability.

(John Schultz and Dave Friebel-2001)

-Strategic Work Systems, Inc

-Putting Precision into Proactive Maintenance.

(John C. Robertson-.1999)

-The Fuzzy Side of Equipment Reliability.

(Robert M. Williamson-2000)

-The importance of predictive maintenance. NEW STEEL. (Robert Eade-1997)

-How to find the best strategy for maintaining your equipment, STUMPED? (John Lambert)

-Mantenimiento Industrial. “Confiabilidad y Mejora Continua” (Rubén D. Etchegno-2002)

-“RCM, the Navy Way for Optimal Submarine Operations” RCM Managers Forum-RCM 2006 (Timothy M. Allen-Granite Reliability Group, LLC)

Principales Conferencias y Capacitaciones específicas:

-Octubre del 2000, asistencia a la GMC 2000 (Gas Machinery Conference) auspiciada por la Universidad de Colorado y el GMRC (Gas Machinery Research Council-Subsidiary of Southern Gas Association) (Colorado Springs, Colorado ,USA)

*-“Superando la Crisis a través de la Gestión Responsable de Activos Físicos”.
(John Moubroy-2002)*

-Reuniones anuales Jefes de Mantenimiento de PEREZ COMPANC. Filosofías y Estrategias de Mantenimiento.(2002)

-Diciembre 2003, asistencia a la 18th “Annual International Maintenance Conference-IMC 2003: Mastering the Maintenance Process” (SMRP-Society for Maintenance & Reliability Professionals). (Clearwater Beach, Florida USA)

-Mayo 2006, “Worshop sobre Confiabilidad”, GE Energy y Management Resources Group , Inc (MRG). Ings Charles DeMezzo (MRG)/Larry Covino-GE Energy.

-Septiembre 2006, asistencia a la Conferencia “The Predictive Maintenance Technology Conference & Expo co-located with Lubrication World” organizado por RELIABILITY WEB.COM (Chattanooga, Tennessee USA) .

-Mayo 2010, asistencia a la Conferencia “EURO MAINTENANCE 2010”, XX Internacional Maintenance Conference & Exhibition , Verona ITALIA, organizado por A.I.M.A.N (Associazione Italiana Manutenzione) y por EFNMS (European Federation of Nacional Maintenance Societies).

-Enero 2012, asistencia al IAM 2013 (GE Oil & Gas Annual Meeting) en Florencia ITALIA.

-2012, APM Meridium (Asset Perfomance Management)