



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

REINGENIERIA
"REINGENIERIA EN LA GESTION DE
MANTENIMIENTO APLICANDO
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO
TOTAL (TPM)"

2001/01

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
A D A N G O M E Z C A S A S

ASESOR: ING. VICTOR HUGO ALVAREZ JUAREZ.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

" Reingeniería "

Reingeniería en la gestión de Mantenimiento aplicando
Mantenimiento Productivo Total (TPM).

que presenta el pasante: Adán Gómez Casas

con número de cuenta: 9301719-0 para obtener el título de :

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 13 de Junio de 2001

MODULO	PROFESOR	FIRMA
I y II	Ing. José Manuel Medina Monroy	
III	Ing. Juan Hernández Zamudio	
IV	Ing. Victor Álvarez Juárez	

"DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS"

A DIOS,

POR PERMITIRME ALCANZAR ESTE MOMENTO, QUE HOY ESTOY
ORGULLOSO DE DISFRUTAR, Y PORQUE NO SOLO LOS FRACASOS,
SINO TAMBIEN MIS LOGROS SIEMPRE SON Y SERAN
COMPARTIDOS CON ÉL.

A MIS PADRES ELVIRA Y VÍCTOR JESUS,

POR SU INCONDICIONAL E INFINITO APOYO BRINDADO EN LOS
MOMENTOS BUENOS Y EN LOS MALOS A LO LARGO DE MI VIDA,
POR TODO EL AMOR QUE ME HAN BRINDADO Y POR TODOS LOS
VALORES QUE EN MI HAN INCULCADO

A MIS HERMANAS ALMA DELIA, NUVIA SUSANA, Y ELVIRA
ESTEFANIA,

POR SU CARÍÑO Y COMPRENSION MOSTRADOS EN TODO MOMENTO.

A TODAS MIS AMISTADES,

TANTO DENTRO DE LA ESCUELA COMO FUERA DE ELLA, POR
BRINDARME LA OPORTUNIDAD DE CONVIVIR Y DISFRUTAR DE
TODOS LOS MOMENTOS QUE ME HAN PERMITIDO COMPARTIR
"AMISTAD".

A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN Y MUY
EN ESPECIAL A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO,

QUE A TRAVÉS DE MIS PROFESORES ME HA OTORGADO TODO UN
CUMULO DE CONOCIMIENTOS QUE AHORA ME SIENTO
ORGULLOSO DE POSEER Y VALORAR.

CONTENIDO

Introducción	i
--------------------	---

Capítulo I.

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA.

1.1 Cambio organizacional	1
1.2 La administración del cambio	1
1.3 La necesidad del cambio	4
1.4 Reingeniería organizacional	5
1.5 Definición funcional de Reingeniería	5
1.6 Definición formal de Reingeniería	7
1.7 Principios de Reingeniería	8
1.8 Impulsores de la Reingeniería	9
1.9 La empresa frente al cambio	11
1.10 Vinculación con otras técnicas	13

Capítulo II.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1 Descripción del sistema productivo	20
2.2 Planteamiento del problema	22
2.3 Análisis histórico de eficiencia	26
2.4 Análisis histórico de mantenimiento	27
2.5 Costos de no producción por tiempo improductivo	31
2.6 Descripción del problema	35

Capítulo III.
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).

3.1 Mantenimiento autónomo por operadores	37
3.2 Mantenimiento planificado	37
3.3 Regimenes de mantenimiento	41
3.4 El sistema de mantenimiento planificado	44
3.5 El mantenimiento predictivo	54
3.6 Metas de programas de mantenimiento	57
3.7 Panorama histórico de mantenimiento	57
3.8 Medidad de efectividad del mantenimiento productivo total	61
3.9 Ejemplos de eficacia del TPM	68
3.10 Jishu - Hozen y Kobetsu – Kaizen	70

Capítulo IV.
PROYECTO DE REINGENIERÍA.

4.1 Proyecto de Reingeniería aplicando TPM	76
4.2 Estructura del proyecto	77
4.3 Implantación de TPM	78
4.4 Estrategia de gestión de Mantenimiento Plasal S.A. de C.V.	90
Conclusión	94
Apéndice I.	
Esquema de un sistema de mantenimiento planificado	96
Apéndice II.	
Sistema de gestión de mantenimiento	97
Apéndice III.	
Diagrama de flujo de mantenimiento periódico	98
Apéndice IV.	
Criterios considerados en el PM	99

Apéndice V.	
Impresión de actividades de Mantenimiento	103
Apéndice VI.	
Calendario semestral de actividades de Mantenimiento Preventivo	104
Apéndice VII.	
Calendario semanal de actividades	105
Apéndice VIII.	
Orden de trabajo Mantto. Preventivo	106
Apéndice IX.	
Preparación de requisición de compra	107
Apéndice X.A.	
Estructura sistema Mantto	108
Apéndice X.B.	
Mantenimiento Preventivo Plasal S.A. de C.V.	109
Apéndice X.C.	
Mantenimiento Correctivo Plasal S.A. de C.V.	110
Bibliografía	111

INTRODUCCIÓN

En esta época de globalización económica todo sistema productivo, ya sea de bienes o servicios, no tiene otro camino más que el de mejorar y reestructurar sus procesos, en busca de enfrentar los retos que el mismo mercado exige.

Temas como Calidad, Costo, Productividad y Servicio al Cliente están en auge, y son la clave que da acceso al mercado global en términos de competitividad.

Las nuevas tecnologías y la reestructuración de los mercados sugieren lo que en la actualidad se ha definido como la "era postindustrial", la cual implica una nueva mentalidad y actitud frente a la organización de la empresa enfocada a afrontar con éxito desafíos nunca experimentados con anterioridad.

Hoy más que nunca en este contexto de crecimiento y supervivencia, surge la propuesta de la reinención de los procesos de los negocios, desechando todo lo tradicional, las viejas formas de trabajo y la estructura vertical de la organización, por nuevas formas de trabajo que conserven la horizontalidad y flexibilidad necesaria en busca de la meta común del sistema: La satisfacción del cliente.

Dentro de este marco es donde nace el concepto de REINGENIERIA, y que en nuestros días es ya una realidad, puesto que muchas empresas que la han adoptado reflejan los resultados de una verdadera revolución organizacional.

En un sistema, la eficiencia global es lo que cuenta y de ahí que la actividad y eficiencia de todos sus elementos o componentes (Personas, Procesos, Tecnología), sea función directa del sistema y de su gestión.

El objetivo del presente trabajo es precisamente el rediseño de una organización, que si bien no es a nivel macro, si se plantea en una sección de la organización de vital importancia en lo global. La función que desempeña el Mantenimiento es primordial pues de ello depende en gran parte el garantizar un equipo confiable, disponible para cumplir los planes y programas de Producción establecidos, los cuales a su vez permitirán lograr de una mejor manera la satisfacción del cliente; sin embargo en la realidad esto no siempre sucede debido a la falta de congruencia entre lo que se planea y lo que realmente se ejecuta, y precisamente es de aquí donde surge la necesidad de rediseñar el Sistema de Gestión de Mantenimiento.

La forma en que esta organizado este trabajo es en cuatro capítulos.

En el Capítulo I **Conceptos de Reingeniería**, se presenta la teoría referente a esta filosofía, desde una visión de la necesidad de cambio, hasta definiciones, objetivos y principios, así como su relación con otras técnicas como JIT (Justo a Tiempo), TQM (Control de Calidad Total) , haciendo énfasis en este punto a la relación que guarda con TPM (Mantenimiento Productivo Total), técnica que para este caso se empleará en el rediseño de la Gestión de Mantenimiento.

En el Capítulo II **Planteamiento del Problema**, se expone toda una serie de factores que engloban el problema de esta organización (Plasal S.A. de C.V). Primeramente se describe el proceso de producción y posteriormente se analizan las situaciones que representan ineficiencia como área y que se agudiza en el desempeño de la empresa y en la insatisfacción del cliente. En este capítulo hay información histórica correspondiente al periodo de un año de eficiencia y tiempo improductivo, complementando todo lo anterior con un análisis de costos de no producción, lo cual ilustra de manera más completa la problemática de esta organización.

En el Capítulo III **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**, se desglosa a profundidad la filosofía TPM. Se presenta una semblanza de los diversos tipos de Mantenimiento, sus características, objetivos, y algunas metodologías para llevarlos a cabo, resaltando la importancia del Mantenimiento Autónomo y del Mantenimiento Especializado como partes integrales de un Sistema de Mantenimiento Planificado dentro de una organización.

Finalmente en el Capítulo IV **Proyecto de Reingeniería**, se presenta el proyecto con el cual se implementará TPM (Mantenimiento Productivo Total) para el rediseño de la Gestión de Mantenimiento en Plasal S.A de C.V. Se exponen los objetivos y la estructura en general del mismo, dando una breve explicación del software que se empleará y describiendo algunas de las etapas de implementación, así como la presentación de un diagrama de flujo que ilustra a grandes rasgos el funcionamiento de dicha implementación. De igual forma se plantean las directrices del proyecto de Reingeniería, indispensables para el éxito o fracaso del mismo.

CAPITULO
I
CONCEPTOS
DE
REINGENIERIA



I.- ANTECEDENTES DE LA REINGENIERÍA.

1.1 CAMBIO ORGANIZACIONAL

Elementos de una organización

Todas las organizaciones están constituidas sobre tres bases principales, según se muestra en la Figura 1.1, Procesos, Personas y Tecnología. Al diseñar un conjunto de procesos estos tres elementos deben estar organizados en relación con las necesidades del mercado y los clientes del mismo, así como entre sí.

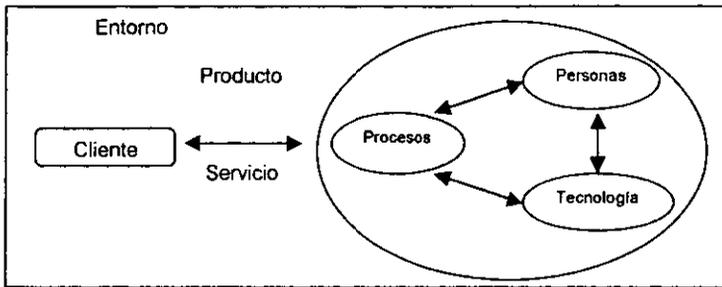


Figura 1.1 Bases organizacionales: Procesos, personas y tecnología.

1.2 LA ADMINISTRACIÓN DEL CAMBIO.

La metodología de la reingeniería se encuadra en tres niveles como se indica en la Figura 1.2 , que incluyen respectivamente los siguientes elementos:



Figura 1.2 Administración del Cambio.

1. Análisis de situación.

Este tiende a ubicar a la empresa en su realidad actual y probables proyecciones. Equivale a determinar, mediante el uso discreto de las herramientas adecuadas, la posición

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA

de la empresa como un navio en medio del mar. Son parte de este análisis los siguientes aspectos:

- Estrategias de participación en el mercado.
- Recopilación de datos referidos al cambio.
- Selección y definición del proyecto de cambio.
- Ambiente del cambio (cultura de la Empresa).
- Coordinación a nivel gerencial.

2. Dirección del Proyecto.

Este se realiza mediante la aplicación de los métodos habituales, y comprende:

- Selección y asignación de recursos humanos
- Metodología de conducción
- Planteamiento y programación
- Informes de avances e informe final.

3.Reingeniería

Dentro de los límites del análisis, con la actuación de la dirección del proyecto, la reingeniería aporta su metodología para la "reinención" de los procesos de acuerdo con la siguiente secuencia de actividades:

- Analizar y evaluar el impacto inicial del proyecto
- Definir los objetivos y límites del proyecto
- Identificar y describir funciones y procesos
- Generar alternativas
- Evaluar alternativas
- Seleccionar las mejores alternativas de acuerdo con criterios de prioridad y factibilidad
- Implementar las alternativas seleccionadas
- Evaluar los resultados.

Dentro de los casos particulares que pueden naturalmente someterse a la consideración de los proyectos de reingeniería, existen tres razones estratégicas para justificar procesos de cambio:

1. Adquirir una ventaja competitiva.
2. Ejecutar decisiones de la alta dirección o cumplir con disposiciones legales.
3. Apoyar fusiones o adquisiciones.

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA

Considerando que el objetivo genérico de toda empresa es producir riqueza, cualquier cambio tiene, de alguna manera, una vinculación con este fin último. Las metas de cambio que promueven un proyecto de reingeniería son:

1. Reducción de costos.
2. Mejoramiento de calidad.
3. Mejor servicio a clientes.
4. Racionalización de operaciones.

1. Reducción de costos.

Si se acepta que costo es "la suma de los insumos necesarios, previsibles y ponderables en unidades monetarias, a su valor de reposición"¹, es evidente que deben enfocarse creativamente los probables factores que incidieron en el proceso global, sean factibles de mejoramientos. La reducción de costos debe ser una meta de la reingeniería, en rigor debe considerarse como un objetivo secundario, al cual se llegue como consecuencia de la racionalización de los procesos, y mejoramiento de la calidad y del servicio a clientes, medible por la relación costo-beneficio. Asimismo la reducción en costos puede ser de tipo financiero, mano de obra, materiales, información y administración.

2. Mejoramiento de la calidad.

Mejorar y mantener la calidad en los procesos significa incrementar su valor, contribuyendo también a la reducción de costos. En los últimos años se ha adquirido un gran desarrollo el concepto de Calidad Total, expresado en su aplicación sistemática denominada Total Quality Management (TQM) que ha pasado a ser una constante en las operaciones industriales de la mayoría de las empresas del mundo.

3. Incremento de utilidades.

Si la eficiencia de una empresa no se observa también en las utilidades generadas, aspiración primaria de sus accionistas, difícilmente podrá sobrevivir en el mundo actual. Sin utilidades que igualen o superen las proporcionadas por inversiones alternativas, tampoco será posible contar con el apoyo financiero necesario para operar. Por ello, incrementar utilidades, que encuadrado en la finalidad básica de crear riqueza, es el objetivo común, resulta en situaciones críticas la clave de la supervivencia.

¹ Parro Roberto, Nereo; Reingeniería. Empezar de nuevo; Macchi 1996.

4. Mejor servicio a clientes.

El concepto de reingeniería hace énfasis al rediseñar procesos, desechando antiguos esquemas, en tomar como parámetro principal al cliente. Considerando como meta de cambio y objeto de proyectos de reingeniería una mejor atención al cliente supone una clara y minuciosa descripción y evaluación de la forma, métodos, horarios, personal dedicado, etc. de su atención directa. De igual modo, es recomendable detectar cómo en situaciones similares, mismos tipos de clientes y productos o servicios, es el actuar de la competencia.

5. Racionalización de operaciones.

Este objetivo debe de abarcar a toda la empresa. Dicha actividad racionalizada, como consecuencia de un proyecto de reingeniería, permitirá una operación más flexible y eficiente, ya que supone que al eliminar tareas redundantes se produciría una reacción en cadena que beneficie a todas las áreas. Como ejemplo la reducción de tiempos en producción (JIT).

1.3 LA NECESIDAD DEL CAMBIO.

El cambio es un proceso lento y, a veces, doloroso. Para triunfar, las organizaciones deben descansar en los factores externos e internos. El éxito a largo plazo depende de lo bien que pueda cumplir y satisfacer una empresa las cambiantes demandas de sus clientes.

La reingeniería organizacional se basa en dos factores interdependientes:

- (1) La satisfacción absoluta del cliente y
- (2) Procesos internos eficaces y eficientes.

El éxito de una empresa depende de su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes. A su vez, esta capacidad depende de la eficacia de los procesos internos de la organización para satisfacer la demanda externa. Por lo tanto, la organización triunfa desde adentro hacia fuera: el compromiso y dedicación de los empleados para cumplir las necesidades del cliente pueden convertirse en la llama autosuficiente que perpetúe el éxito. Competir desde adentro significa administrar a los empleados, no sólo para que se sientan cómodos dentro de la empresa, sino para que la firma pueda competir en el mercado ².

El éxito de una organización en este punto no es resultado de composturas rápidas, programas sencillos o discursos de los directores. Comienza con la identificación de las competencias esenciales de una organización, que a su vez guían la conducta de la dirección.

² Lowenthal N., Jeffrey; Reingeniería de la Organización; Panorama 1995.

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA

Esta conducta dirigida de la dirección afecta las actitudes y valores de todos los empleados, al darse cuenta que dichos procesos internos, competitividad y dirección eficaz de personal, tienen fuertes vínculos. El proceso de reingeniería es sólo un método para alcanzar la ventaja competitiva. Sus componentes no son nuevos o innovadores: todos ellos tienen muchos años, si no décadas de existir. Lo que hace tan poderoso el proceso de reingeniería es esta mezcla de los diversos componentes en un todo sinérgico.

1.4 REINGENIERÍA ORGANIZACIONAL.

La reingeniería organizacional, reingeniería de procesos y la administración de la calidad total son estrategias para lograr dichos cambios. En general los esfuerzos de la Reingeniería son:

- Una mayor orientación hacia los clientes de la organización (internos y externos).
- Una nueva forma de pensar en los procesos fundamentales de la organización, que conducen a mejoras en el tiempo de ciclo y en la productividad.
- Una reorganización estructural dividiendo la jerarquía funcional en equipos multifuncionales (desarrollo de equipos y actividades de desarrollo organizacional)
- Nuevos sistemas de información y medición, usando tecnología para la distribución de datos y la toma de decisiones.

1.5 DEFINICIÓN FUNCIONAL DE REINGENIERÍA.

La reingeniería organizacional es el pensamiento nuevo y el rediseño fundamental de los procesos operativos y la estructura organizacional, orientando hacia las competencias esenciales de la organización, para lograr mejoras en el desempeño organizacional. El modelo de reingeniería se divide en cuatro fases, como lo ilustra la figura 1.3.

La primera fase, **Preparación para el cambio**, coloca las bases para la actividad futura. Esta fase enfoca el cambio en dos vertientes. La primera supone desarrollar la comprensión y apoyo en la dirección, y aumentar la consciencia de ésta sobre la necesidad del cambio. Estas actividades guían el esfuerzo de reingeniería y desarrollan un proceso interno de aprobación y revisión. La segunda vertiente prepara el cambio cultural y el convencimiento de los empleados de la organización al informarles de su papel en el inminente proceso de cambio.

La segunda fase, **Planeación del cambio**, opera bajo el supuesto de que las organizaciones necesitan planear su futuro a causa de las constantes variaciones del mercado.

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA

Así, la fase de planeación proporciona a la dirección un proceso para prever el futuro y desarrollar las acciones necesarias que operen con eficacia en él trabajar con base en las competencias esenciales de la organización. La planeación del cambio proporciona asimismo dirección y lineamientos para la siguiente fase: el diseño del cambio.

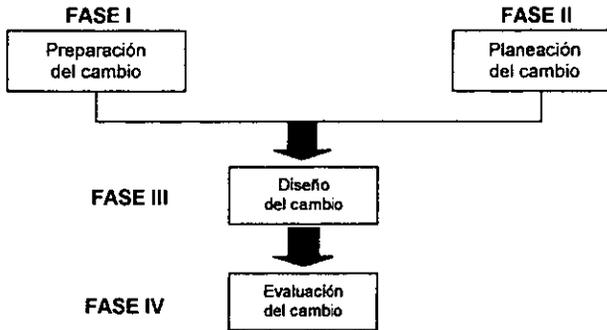


Figura 1.3 Fases del Modelo de Reingeniería

Desde un punto de vista operacional, un proceso es un conjunto de actividades funcionales correlacionadas, cada cual posee ciertos aportes y rendimientos. Tiene un principio y un fin bien definidos. Un proceso es en esencia un método de hacer las cosas. El propósito principal de un proceso productivo consiste en crear, a partir de un conjunto de insumos, uno o más productos de mayor valor agregado que dichos insumos.

La tercera fase, el **Diseño del cambio**, proporciona un método para identificar, evaluar, combinar y, por último, rediseñar los procesos de la empresa. Ofrece la estructura necesaria para traducir los conocimientos sobre el proceso que se explota en saltos cuantitativos de cambio.

La fase final, la **Evaluación del cambio**, proporciona los medios para evaluar la mejora durante un lapso predeterminado, por lo general de un año, y para desarrollar prioridades para los años siguientes. De manera específica, esta fase ayuda a determinar si el esfuerzo de reingeniería tuvo éxito y dónde deberían concentrarse los esfuerzos futuros.

1.6 DEFINICIÓN FORMAL DE REINGENIERÍA.

"Reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez" ³. Esta definición contiene cuatro palabras claves.

1) Fundamental. La reingeniería determina primero *qué* debe hacer una compañía; luego, *cómo* debe hacerlo. No da nada por sentado. Se olvida por completo de lo que es y se concentra en lo que *debe ser*.

2) Radical. Rediseñar radicalmente significa llegar hasta la raíz de las cosas: no efectuar cambios superficiales ni tratar de arreglar lo que ya está instalado sino abandonar lo viejo. Rediseñar es *reinventar* el negocio, no mejorarlo o modificarlo.

3) Espectacular. La reingeniería no es cuestión de hacer mejoras marginales o incrementales sino de dar saltos gigantescos en rendimientos.

Se pueden identificar tres clases de compañías que emprenden la reingeniería. Las primeras son compañías que se encuentran en graves dificultades. Estas no tienen más remedio; en otras palabras, si necesitan mejoras inmensas esa compañía evidentemente necesita reingeniería. En segundo lugar están las compañías que todavía no se encuentran en dificultades, pero cuya administración tiene la previsión de detectar que se avecinan problemas. Estas compañías tienen la visión de empezar a rediseñar antes de caer en la adversidad. El tercer tipo de compañías que emprenden la reingeniería lo constituyen las que están en óptimas condiciones. No tienen dificultades visibles ni ahora ni en el horizonte, pero su administración tiene aspiraciones y energía.

A veces explicamos las diferencias que hay entre estos tres tipos de empresas de esta manera: las de la primera categoría están desesperadas; han chocado con la muralla y están heridas en el suelo. Las de la segunda categoría siguen corriendo a alta velocidad pero la luz de los faros permite ver un obstáculo que se les viene encima. ¿Será una muralla?. Las compañías de la tercera categoría salieron a pasear una tarde clara y despejada sin ningún obstáculo a la vista. Qué buena oportunidad, piensan ellas, para detenerse a levantar una muralla para cerrarles el paso a los demás ⁴.

³ Hammer Michael & Champy James; Reingeniería; Norma 1994.

⁴ *Ibid.*

4) Procesos. Muchas personas de negocios no están "orientadas a los procesos"; están enfocadas en tareas, en oficios, en personas, en estructuras, pero no en procesos. Definimos un proceso de negocios como un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente. La entrega de dichos bienes en las manos del cliente es el valor que el proceso crea.

La reingeniería es buscar nuevos modelos de organización, la tradición no cuenta para nada, es un nuevo comienzo.

1.7 PRINCIPIOS DE REINGENIERÍA

El desarrollo de nuevas normas adecuadas al moderno ambiente empresario requiere una elaboración conceptual de los procesos de negocios. En este sentido puede ser útil la experiencia recogida en empresas que han aplicado exitosamente reingeniería, y que Hammer expone brevemente en los siete principios siguientes:

1. Organizar por objetivos no por tareas.

Este principio sugiere que una persona sea responsable de todos los pasos de un proceso, y en consecuencia diseñe su trabajo en relación con el objetivo en lugar de considerar una tarea aislada. Este criterio se aplica por igual a operaciones industriales y administrativas, y se traduce usualmente en una concentración de responsabilidades que faculta al empleado para tomar decisiones puntuales con el fin de satisfacer una necesidad del cliente.

2. Los usuarios de los resultados de un proceso ejecutan dicho proceso.

Los esfuerzos que se realizan para realizar y organizar un trabajo sobre la base de la división y especialización crearon dependencia de supuestos "clientes" entre diversos departamentos. Asimismo se facilita a quienes ejecutan los procesos el planteamiento de capacidad de sus respectivos sectores.

3. Unificar las tareas de procesamiento de la información con el trabajo que realmente produce la información.

Hasta el presente, en la mayoría de las empresas existen sectores que sólo recogen y procesan información generada en otros departamentos. Esto refleja antiguas normas inferiores para actuar de acuerdo con la información que producen.

4. Tratar recursos geográficamente dispersos como si fueran centralizados.

Centralización vs. descentralización es, históricamente, un conflicto clásico. La descentralización de un recurso determinado, provee mejor servicio a los usuarios, pero a un costo superlativo en términos de burocracia, superposición y pérdida de los beneficios de economías de escala. Actualmente tal situación cambia sustancialmente al contarse con bases de datos, redes de telecomunicaciones y sistemas de procesamiento mediante los cuales se obtienen las ventajas de coordinar, control y escala, sin perjuicio del servicio y la flexibilidad operativa.

5. Vincular actividades paralelas en lugar de integrarlas en sus resultados.

Este principio de reingeniería propone establecer vínculos entre funciones paralelas y coordinarlas mientras sus actividades están en curso y no al terminar el proceso.

6. Asignar poder de decisión donde se ejecute el trabajo y establecer controles en el proceso.

En la mayoría de las organizaciones, los que ejecutan trabajos no controlan y toman decisiones sobre el mismo. Esto indica que quienes ejecutan un trabajo deben también tomar decisiones sobre el mismo, y que en el curso del proceso pueden incorporar sus propios controles. En consecuencia las escalas jerárquicas pueden comprimirse y el esquema orgánico aplanarse.

7. Capturar información sólo una vez y en su fuente original

Antes de la era de la computadora la información era difícil de transmitir y cada sector tenía sus propios requisitos, formularios y urgencias de modo que eran frecuentes las demoras, errores e ineficiencias. En la actualidad a través del desarrollo de la informática es posible ingresar un dato, almacenarlo, procesarlo y transmitirlo al instante.

1.8 IMPULSORES DE LA REINGENIERÍA

En todo proceso productivo (producción de bienes de capital o consumo, productos industriales o servicios), las empresas líderes del mundo tienden, necesariamente, a replantear profundamente la organización y dinámica de sus negocios para orientarlos hacia los procesos, inspiradas y movilizadas por cuatro parámetros objetivos, que coinciden con los criterios del cliente para estimar valor: Calidad, Costo, Tiempo de Ciclo, y Servicio.

Un análisis primario de las razones que inducen a los dirigentes empresarios a obrar de acuerdo con las propuestas de la reingeniería permite identificar los siguientes factores como elementos decisivos del cambio hacia una nueva época:

EL CLIENTE

Nunca como en el presente pudo considerarse más adecuado el aforismo "el cliente es rey"⁵. Pero no un rey a quien se sirve y reverencia sino un rey que se transforma en integrante de los procesos de cambio en la expresión de sus necesidades (reales o imaginarias), sus conveniencias, estilos y hasta caprichos, en función de los cuales se desarrollan productos, procesos, obras y servicios. Las empresas de éxito alcanzan posiciones de privilegio para detectar posibilidades y mediante innovaciones radicales lograr mejoramientos notables en el mercado, como consecuencia de un enfoque privilegiado e inteligente hacia el cliente.

LA COMPETENCIA

Las presiones competitivas impulsan a las empresas a la revisión de sus procesos como la clave de la supervivencia y la posibilidad de alcanzar un liderazgo que les brinde los mayores beneficios. La globalización de la economía destruye las barreras comerciales, y es así como marcas y países muy diversos compiten activamente por los mismos clientes en todas las latitudes, con gran influencia de los modernos sistemas de transportes, comunicaciones e información. En muchos casos el mejoramiento en la competitividad se identifica con el servicio a clientes, de modo que las empresas definen sus procesos, que ensayados en el mercado son posteriormente rediseñados.

LOS COSTOS

Es evidente que sin producir a costos apropiados ninguna empresa puede sobrevivir ni crecer. En este sentido, como impulsor de la reingeniería debe contarse con un esquema racional de cálculo -previo a la producción-, análisis, control y, eventualmente, reducción de los costos.

LA TECNOLOGÍA

Aun las empresas bien administradas, que poseen efectivos planes de calidad y mantienen las mejores relaciones con sus clientes, son vulnerables, en alguna medida, a los incesantes cambios tecnológicos que al proponer los nuevos materiales, productos o medios y métodos de producción, afectan seriamente el curso ordinario de los negocios. Usualmente, como parte de la incorporación de nuevas tecnologías se obtienen apreciables reducciones de costos que mejoran la posición competitiva e incrementan la productividad.

⁵ Parro Roberto, Nereo; Reingeniería. Empezar de nuevo; Macchi 1996.

1.9 LA EMPRESA FRENTE AL CAMBIO

Cambio es, seguramente, las palabra más llevada y traída en la escena empresaria de los últimos tiempos.

La reingeniería, es un poderoso factor de cambio que ofrece a empresas y sectores de gobierno una metodología capaz de equilibrar pérdidas y superar estancamientos. En la últimas décadas el cambio ha seguido como patrón el mejoramiento de la rentabilidad a través de una mayor penetración del mercado y la reducción de costos, frecuentemente según enfoques tradicionales que identifican "racionalización" con despidos masivos de la fuerza laboral. A los esfuerzos en la eliminación de costos innecesarios o superfluos, no siempre realizados de acuerdo con técnicas modernas, siguió la actitud de recortar presupuestos en forma arbitraria y generalmente divorciada de un inteligente planeamiento estratégico y operativo como base para la asignación de los recursos monetarios.

La resistencia al cambio

Es normalmente más fácil y cómodo para los gerentes negarse a, que pueden implicar riesgos o alterar su statu quo. Se observa reiteradamente en organizaciones de muy diversa naturaleza que la resistencia reconoce siempre algunos de los siguientes factores típicos:

1 Experiencias anteriores negativas La asociación a fracasos en la misma empresa o en otras conocidas, induce a establecer frenos para alterar lo existente, ya se trate de productos, máquinas y equipos, o simplemente de un procedimiento de selección de personal o de compras. A evitar la reiteración de fracasos contribuye en gran medida la competencia interna entre gerentes que tienden a conservar antes que a arriesgar ante situaciones similares.

2 Posibilidades de reestructuraciones fusiones o adquisiciones Ante la inminencia de nuevas características societarias del negocio, que suponen alteraciones importantes en los cargos superiores de la pirámide organizacional, la gerencia ejerce una particular prudencia para introducir cambios, que podrían luego ser desautorizados, con la consiguiente pérdida de prestigio, nivel y aun del empleo mismo.

3. Costos de implementación de los proyectos de cambio Falta de recursos financieros por no haber sido presupuestados con antelación impiden cambios, cuya ejecución resulta onerosa en una medida no soportable por los métodos y medios habituales.

4. Demoras y postergaciones La forma más común es someter los proyectos al análisis de "expertos", comités, coordinadores y evaluadores, cuya intervención prolonga tanto el trámite que supera la vida probable o la oportunidad de realización, que de ese modo, muere de 'muerte natural'.

El concepto de paradigma

Un paradigma es el modelo que permite comprender una organización, y en función del mismo predecir la probable reacción ante el ingreso de nuevos datos al sistema. El paradigma modelo así definido tiene componentes que actúan efectivamente como resistencia al cambio, cerrando las posibilidades a innovaciones que no son seriamente consideradas ni apoyadas, frecuentemente por provenir de fuentes externas a la empresa o de distintos departamentos.

Paradigmas y supuestos

Las actitudes, a veces subconscientes, derivadas de supuestos añejos, aceptados sin ningún cuestionamiento, alteran la correcta percepción de necesidades y oportunidades, e influyen negativamente en los procesos de decisiones y planeamiento.

Morris y Brandon⁶ Mencionan cómo ejemplos comunes de supuestos los siguientes:

1. El trabajo es controlado de arriba hacia abajo.
2. Debe separarse la actividad de Recursos Humanos de la operación del negocio.
3. Los gerentes no necesitan ser expertos en lo que están administrando.
4. Las tareas deben diseñarse sin tener en cuenta a los individuos.
5. Teoría X: se obliga a la gente a trabajar. Teoría Y: la gente quiere trabajar y debe ser dirigida. (De Douglas Mc Gregor)⁷
6. El organigrama representa la estructura real de la empresa.
7. Los gerentes deben cooperar con sus colegas.
8. Se espera que todos los productos y servicios produzcan utilidades.
9. Se reconoce la existencia de la cultura empresaria, pero no se le asigna importancia.
10. Los acontecimientos imprevistos no afectarán los planes de la empresa.

Supuestos como los mencionados deben ser sometidos al más estricto análisis al intentar encarar proyectos de reingeniería, para justificar el esfuerzo y asegurar el éxito. Un cambio de paradigmas es, estrictamente, un cambio fundamental de las normas, procedimientos, supuestos y actitudes vinculadas con una forma particular establecida para el desarrollo de un negocio.

⁶ Morris, Daniel y Brandon, Joe; Reengineering your business; Mc Graw Hill 1993

⁷ McGregor, Douglas; The human side of the enterprise, Mc Graw Hill 1960.

Cuanto más fuerte sea la adhesión a los paradigmas existentes, tanto más difícil será la percepción de la necesidad de cambios y la receptividad hacia las innovaciones propuestas o requeridas por el mercado consumidor. Al aumentar en complejidad la esencia de los negocios, cada sector crea sus propias reglas, informales, que rigen las actividades, y las más de las veces poco tienen que ver con las normas escritas. Se plantea así uno de los problemas iniciales en los proyectos de reingeniería, como es el de detectar y describir la verdadera "anatomía y fisiología" de la empresa, para luego rediseñarla.

El efecto domino.

Cada empresa, en función de sus paradigmas históricos, presenta aspectos operativos técnicos y sociales que la caracterizan. Sus formas de actuar definen los modos de planeamiento y administración, que al mismo tiempo de ser el sustento práctico de la organización implican, sin mediar decisiones al respecto, factores potenciales de resistencia al cambio. El cambio de paradigmas no significa trabajar sin reglas, lo cual llevaría al caos, sino la eliminación de las trabas para cambiar, favoreciendo de ese modo la innovación y las nuevas actitudes.

1.10 VINCULACIÓN CON OTRAS TÉCNICAS.

No obstante su carácter profundamente renovador, la reingeniería, en su faz práctica se apoya en técnicas de mejoramiento que han sido desarrolladas anteriormente y que la experiencia ha consagrado como factibles y de gran utilidad para la obtención de resultados concretos y medibles en diversas fases del quehacer empresarial de los más variados sectores.

ANÁLISIS DEL VALOR

Es una metodología dirigida a estudiar productos, entendidos como resultados de una actividad, que pueden ser un material, un servicio, un sistema, una obra, un proceso industrial o administrativo o cualquier combinación de éstos, con el objeto de obtener el menor costo total posible, compatible con las exigencias de funcionamiento, confiabilidad y mantenimiento. Se define como "la sistematización del pensamiento creativo que identifica y elimina costos innecesarios mediante el análisis crítico de las funciones". El A.V. se orienta hacia la "función" de productos y servicios, y no trata exclusivamente la reducción de material, mano de obra y gastos. Es precisamente este estudio funcional y sistemático lo que genera nuevas ideas y provoca notables resultados, a veces espectaculares, en calidad, confiabilidad y economía.

JUST IN TIME (JIT).

Es una metodología de producción que tiende a eliminar ineficiencias en todo el ciclo industrial, desde abastecimiento hasta distribución. Correctamente aplicada, permite a una empresa convertir el sistema de producción en un instrumento de trascendencia estratégica de efectos globales y de largo plazo. JIT no solamente mejora los costos y la calidad sino que también, como una característica distintiva, permite reducir drásticamente los tiempos de respuesta del sector de producción a los cambios requeridos por el mercado, de modo que nuevos productos o variaciones sobre una misma línea pueden ponerse en el mercado en un tiempo mínimo. Al mismo tiempo, se reducen inversiones de capital, y los inventarios, tanto de productos terminados como de materiales en proceso, se llevan a niveles ínfimos o nulos. El objetivo de esta filosofía es la guerra contra los siete desperdicios que son:

1. Sobreproducción
2. Tiempos de espera
3. Transporte
4. Proceso
5. Inventario
6. Movimientos
7. Bienes defectuosos

La filosofía de JIT se apoya en tres componentes básicos para eliminar ineficiencias:

1. Sincronización y equilibrio en el proceso de manufactura.
2. Aplicación práctica del concepto de "calidad total".
3. Énfasis en la participación en el campo de las relaciones humanas.

La aplicación sistemática y consistente de JIT sólo es posible mediante un adecuado control de calidad. JIT por definición tiende a producir la menor cantidad posible en el último momento y utilizando el mínimo de insumos. Ello significa que no se tendrá ni tiempo ni recursos para corregir defectos.

CONTROL DE CALIDAD TOTAL (TQM)

El sistema tradicional de control de calidad sigue una secuencia de producción, inspección aceptación o rechazo, y corrección de los productos defectuosos. En ese esquema, las operaciones de inspección definen la calidad. Como definición conceptual, "TQM es un sistema efectivo para integrar los esfuerzos dirigidos al desarrollo, mantenimiento y mejoramiento de la calidad en todos los sectores de la organización con el fin de proveer productos y servicios al nivel más económico para satisfacer las necesidades de los usuarios"⁸.

⁸ Parro Roberto, Nereo; Reingeniería. Empezar de nuevo; Macchi 1996.

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA

La "calidad" de un producto se define como las características de ingeniería (diseño) y manufactura (conformación) que determinan el grado en el que el producto cumplirá con las expectativas del mercado (especificaciones de producto).

De esta relación JIT/TQM se obtienen usualmente los siguientes subproductos:

- menos porcentajes de defectos,
- menos variaciones dimensionales;
- paros de equipos menos frecuentes;
- mayor duración de herramientas de corte.

JUSTO A TIEMPO / CALIDAD TOTAL.

Justo a Tiempo (JAT) y Calidad Total (CT) van de la mano y resultaría imposible operar JAT sin las bases de CT. La producción JAT quiere decir producir la cantidad correcta del producto en el momento que se requiera, con la calidad requerida. Estas razones tienen que resolverse como la mayor parte son problemas de apoyo, ya sea con la mano de obra, con las máquinas o con los proveedores. Y precisamente es aquí donde aparece el concepto de Mantenimiento Productivo Total.

* **Mantenimiento Productivo Total (TPM).** A las máquinas se les da servicio mientras están funcionando y los equipos de mantenimiento no se esperan hasta que ocurra un desperfecto para corregirlo, si no que le dan servicio en forma periódica para asegurar una disponibilidad continua. El viejo adagio que "si no está roto no lo reparo", no se utiliza ahí, en vez de esto se utiliza "si no está roto asegúrese que se conserve así", reconociendo que el simple desgaste y el uso generará desperfectos, además, a los operadores se les alienta a que asuman su responsabilidad para el mantenimiento y la reparación normal de sus máquinas⁹. Los ingenieros de mantenimiento pasan más tiempo facilitando esto, modificando las máquinas y capacitando al personal, que el tiempo que utilizan para hacer que operen sin problemas. Es uno de los fundamentos principales de JAT. Las causas de las fallas deben identificarse y corregirse, y no simplemente los síntomas que pueden aparecer como componentes con falla. El énfasis estará en la eliminación de todas las causas de problemas de calidad. Pokayoke o a prueba de errores es un procedimiento favorito donde se utilizan herramientas y utensilios de diseño sencillo para dificultar o imposibilitar los errores por parte de los trabajadores. El principio de Jidoka deberá aplicarse según el cual los operadores detienen la línea cuando se identifica un componente o cualquier otro problema con falla.

⁹ Peppard Joe & Rowland Phillip; La esencia de la Reingeniería en los procesos de Negocios; Prentice Hall 1996.

El concepto de permitir que los trabajadores detengan las líneas de producción para resolver un problema fue una ruptura con tradiciones occidentales, que consistía en mantener la línea en movimiento a toda costa incluso si las partes que se estaban produciendo no eran de buena calidad. Estos productos con fallas después tenían que corregirse al final de la línea, y nunca resultaban tan buenos como elaborarlos de manera "correcta" desde la primera vez.

Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Mantenimiento Productivo Total (TPM, Total Productive Maintenance) es un sistema japonés creado en 1971 basado en el Mantenimiento Preventivo o Productivo norteamericano. Está diseñado para perseguir logros en eficiencia de los sistemas de producción en el mayor grado posible, mediante la reestructuración de los métodos de manufactura, y el mantenimiento a los equipos. La disminución de la capacidad teórica reflejada en el no cumplimiento de los planes de producción, se debe a paros en las líneas debido a fallas y ajustes, pérdidas en velocidad provocadas por paros menores y disminución de velocidad, así como defectos en los productos debido a defectos del proceso.

TPM involucra a la gente, es decir los operadores son responsables del correcto funcionamiento de sus equipos ("Jishu-Hozen"), a través de sencillas rutinas de mantenimiento, y una gran ventaja de esto es que todos los integrantes son proactivos, sugiriendo mejoras para el proceso, y todo enfocado a lograr "cero accidentes, cero defectos y cero fallas".

En la actualidad en todo proceso productivo es imprescindible reducir las fallas, paros menores de máquinas y equipos, producir sin defectos y minimizar los ajustes. Desde esta perspectiva TPM y JIT guardan una estrecha relación. Algunos de los conceptos en que ambas filosofías son comunes están:

- Eliminación de desperdicios.
- Poka-Yoke, a prueba de errores (es preferible prevenir a reparar)
- Kanban y Control visual (Andon)
- Capacidad Multifuncional (sentido de propósito en el trabajo)
- Gerencia Participativa
- Respeto por la gente.

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA

De igual forma TPM tiene relación con TQM, en cuanto al mejoramiento de los logros de la empresa y la creación de un ambiente placentero de trabajo, sin embargo TQM da énfasis a los resultados y salidas en tanto que TPM ve por las causas y entradas.

En cuanto a la toma de decisiones TQM se apoya en los círculos de calidad y TPM integra a gente desde el estrato más alto hasta el más bajo. TQM se esfuerza por la eliminación de defectos, pero TPM se anticipa a esta situación esforzándose por la eliminación de fallas que puedan provocar esos defectos.

Los efectos de Mantenimiento Productivo Total.

En esencia se pueden mencionar seis elementos como objetivos de la implementación de TPM:

- 1.- Productividad
- 2.- Calidad
- 3.- Costo
- 4.- Entrega
- 5.- Seguridad
- 6.- Moral

Una vez que TPM se implementa y el equipo cambia, la gente también crece y cambia, es un cambio radical donde el panorama tradicional que mostraba suciedad y desorden puede convertirse en un mejor ambiente y actitud hacia el trabajo.

Las 16 grandes pérdidas en TPM.

Dependiendo de la naturaleza y del tipo de empresa que se trate TPM considera las siguientes formas de pérdidas:

1. Pérdidas por descompostura.
2. Pérdidas por preparación y ajustes.
3. Pérdidas por desgaste herramental.
4. Pérdidas por arranques.
5. Pérdidas por paros menores.
6. Pérdidas por velocidad.
7. Pérdidas por defectos y retrabajos.
8. Pérdidas por paros mayores.
9. Pérdidas por administración.
10. Pérdidas por movimientos.
11. Pérdidas por desorganización.
12. Pérdidas por mal manejo de materiales.

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA

13. Pérdidas por monitoreo y ajustes.
14. Pérdidas por rendimientos.
15. Pérdidas por energía.
16. Pérdidas por herramientas.

Solamente después de reducir las pérdidas a través de un equipo confiable es como se obtiene el tiempo real de operación, el tiempo que realmente genera valor.

Como progresar con Mantenimiento Productivo Total.

Un Programa de introducción de TPM consta de 12 pasos básicamente como a continuación se describe:

- Compromiso de la alta gerencia para implementar TPM.
- Campaña de educación para introducir TPM.
- Establecer una organización formal.
- Fijar políticas y objetivos.
- Diseño de un plan maestro
- Arranque
- Mejoramiento individual, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planeado, Habilidad de operación y mantenimiento.
- Establecer un sistema de control de productos y equipo.
- Establecer un sistema para mantenimiento de la calidad.
- Establecer un sistema eficiente de administración de personal.
- Establecer un sistema de administración para la seguridad, saneamiento y ambiente.
- Implementación completa y seguimiento.

Actividades de TPM.

La meta principal de TPM es reforzar tanto las instalaciones como a la gente y a través de ello, a la organización en sí misma. De ahí la importancia por implantar el Mantenimiento Autónomo, el cual consiste en los siguientes pasos:

1. Limpieza en la fase inicial
2. Tomar medidas para erradicar problemas de raíz.
3. Estandarizar el mantenimiento autónomo.
4. Inspección general.
5. Inspección autónoma.

CONCEPTOS DE REINGENIERÍA

6. Estandarización de equipos y operación.
7. Implementación total de administración autónoma.

Todo lo anterior implica un esfuerzo en conjunto de la gerencia y la gente de piso apoyándose de técnicas como:

Jishu-Hozen:

Se refiere a las actividades del operador como limpieza, lubricación, ajustes e inspección, indispensables para prevenir el deterioro y eliminar fallas y paros menores. Limpieza por simple que parezca esta ligado a eficiencia y es el primer paso a lograr cero accidentes, cero defectos y cero descomposturas.

Kobetsu-Kaisen:

Es la superación individual para la mejora en la eficiencia de los sistemas de producción, influenciado por la integración de un equipo de trabajo que va desde la gerencia hasta la gente de operación.

El éxito o el fracaso de la implantación de TPM depende grandemente de la forma en que se lleven a cabo todos estos principios, los beneficios pueden ser mayores que el costo. Pero sin excepción debe haber decisión desde la promoción hasta la ejecución del proyecto.

CAPITULO
III
PLANTEAMIENTO
DEL
PROBLEMA

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO.

Plasal S.A de C.V.(Plásticos Alpura), es una planta del Grupo Alpura, que cuenta con diez años de existencia, se dedica a la fabricación de envases y tapas de plástico, siendo el principal proveedor de estas materias primas para los productos de crema y yoghurt de la misma marca, en sus diversas presentaciones. Actualmente está certificada bajo la norma ISO 9000. Esta planta esta constituida básicamente por dos áreas de producción:

1. Moldeo por Inyección de Plástico
2. Impresión en Off Set Seco

1.- Moldeo por Inyección de Plástico.

El proceso de inyección es a base del método de colada caliente, utilizando como materias primas Poliestireno Alto Impacto, Polietileno Alta Densidad y un Pigmento denominado Master Bach.

El proceso de inyección se puede describir en tres etapas o pasos. En la primer etapa el material termoplástico proveniente de una tolva es plastificado por la acción de bandas calefactoras y por la fricción generada por el husillo y las paredes del cañón, para formar un liquido viscoso y homogéneo, durante la segunda etapa el polímero fundido es forzado o inyectado hacia un molde relativamente frío, por medio de un sistema hidráulico a determinadas presiones y velocidades de inyección. La tercera etapa consiste en la solidificación de la pieza por un refrigerante que circula por el molde, una vez sucedido esto el molde se abre y un mecanismo expulsa la pieza terminada. A continuación la máquina queda lista para iniciar un nuevo ciclo de moldeo.

2.- Impresión en Off Set Seco.

En esta área es donde se lleva a cabo el decorado de vasos y tapas por medio de la técnica de off set seco y usando tintas ultravioleta.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de impresión en Off Set Seco consiste básicamente en la alimentación de los vasos y/o tapas provenientes del proceso de inyección a la máquina impresora, la cual consta con varios cabezales de color individual y un grabado montado sobre un cilindro ajustable colocado en la periferia de un cilindro off set central. El vaso cae en una torreta de mandriles y a base, de vacío es transportado. Los grabados son entintados por un rodillo de goma y a su vez transfieren la imagen en una mantilla off set que está montada sobre el cilindro off set. Dicha mantilla toma los colores de la imagen de cada cabezal y la transfiere en el vaso por contacto de rodamiento de éste sobre el mandril. Una vez impresa la imagen, el vaso es secado por contacto de luz ultravioleta y es expulsado hacia una charola de apilado, listo para empacar.

La maquinaria con la que actualmente cuenta el área de producción de esta organización, se presenta en las tablas 2.1 y 2.2.

AREA INYECCIÓN	
# MAQ.	NOMBRE
1	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 330
2	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 330
3	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 330
4	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 440
5	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 440
6	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 440
7	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 440
8	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 330
9	INYECTORA CINCINNATI MILACRON VT 330
10	INYECTORA HUSKY GL-400
11	INYECTORA HUSKY GL-400
12	INYECTORA HUSKY GL-600

Tabla 2.1 Maquinaria Area Inyección.

AREA IMPRESIÓN	
# MAQ.	NOMBRE
1	IMPRESORA KASE 1
2	IMPRESORA KASE 2
3	IMPRESORA KASE 3
4	IMPRESORA KASE 4
5	IMPRESORA VAN DAM 5
6	IMPRESORA KASE 6
7	IMPRESORA KASE 7
8	IMPRESORA VAN DAM 8

Tabla 2.2 Maquinaria Area Impresión.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el área de Inyección cuenta con una capacidad instalada promedio de 75 millones de piezas/mes, mientras que el área de Impresión tiene una capacidad instalada de 110 millones de piezas/mes.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A través de su trayectoria Plasal S.A de C.V. ha ido incrementando su capacidad instalada tanto en el área de Inyección como en el área de Impresión, sin embargo uno de los graves problemas con que cuenta es la baja productividad y eficiencia, consecuencias fundamentales de la falta de Mantenimiento Preventivo a sus equipos, lo cual a su vez es originado por la fuerte necesidad de producción en sus líneas. Muchas veces todo lo anterior incide en el no cumplimiento de los Programas de Producción debido a las fallas que se presentan y que interrumpen la continuidad del proceso, provocando cuellos de botella e incluso afectando la producción del cliente.

En la figura 2.3 se presenta un esquema donde podemos observar la situación de Plasal S.A. de C.V., tanto en causa como en efectos, se pueden apreciar los efectos que provoca la carencia de una correcta Administración del Mantenimiento y que en Plasal S.A. de C.V. es un problema y una realidad; por una parte se tiene un excesivo Tiempo Improductivo, lo cual se manifiesta en una baja productividad y eficiencia, esto a su vez se refleja en un incumplimiento tanto a nivel interno como externo. Es decir, la razón de muchas deficiencias tienen su origen en el Mantenimiento a las instalaciones y muy en específico de la maquinaria debido a que no existe una planificación ni control de esta función tan indispensable en un sistema productivo. Es por eso que ante esta situación se ha elegido como área de mejora a través de un Proyecto de Reingeniería. Es cierto también que dentro de esta consideración hay factores que influyen directamente para que el mantenimiento que aquí se tiene, no funcione como se desea. En la figura 2.4 se pueden apreciar estos factores y posteriormente se profundiza en cada situación.

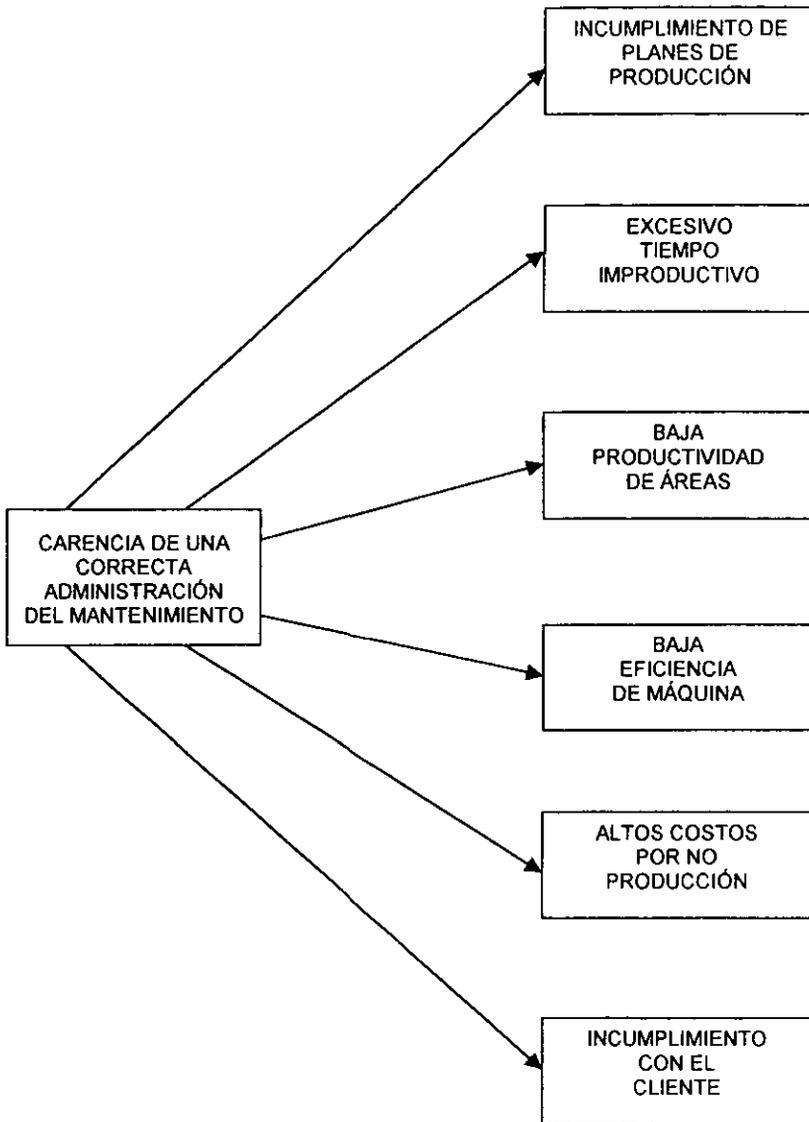


Figura 2.3 Efectos de la carencia de una Correcta Administración de Mantenimiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

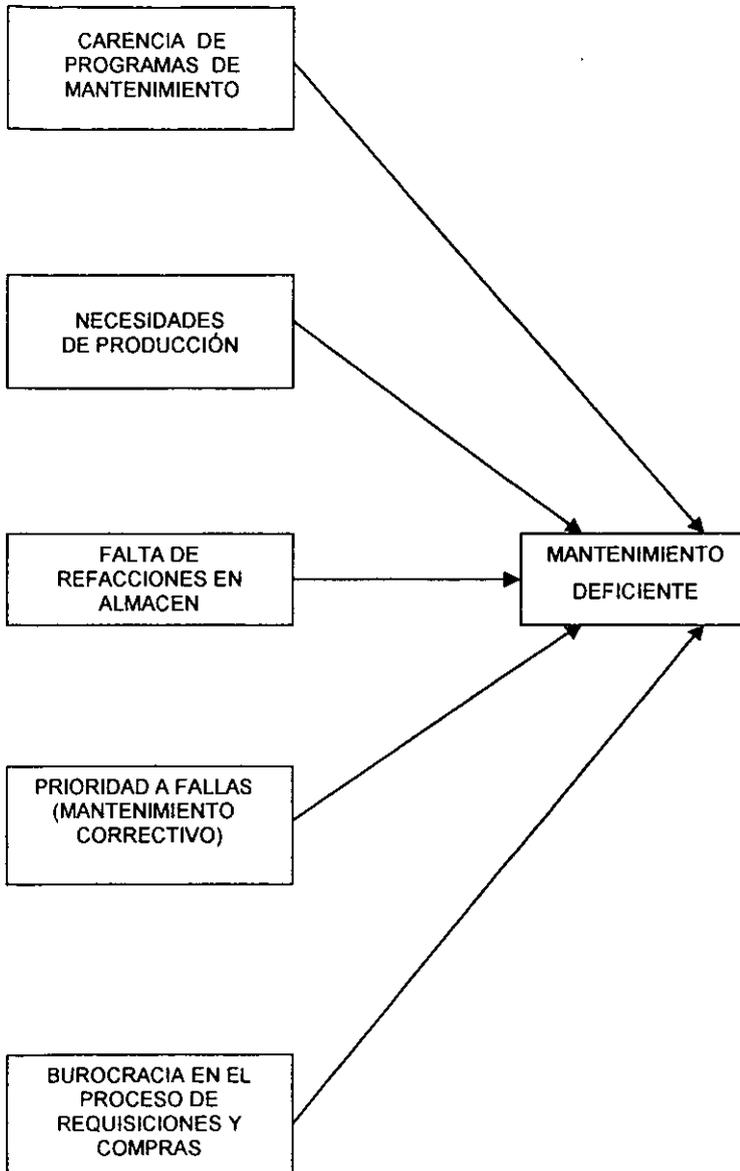


Figura 2.4 Causas de un Mantenimiento deficiente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Factores que influyen en un mantenimiento deficiente.

1.- CARENCIA DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

Esta condición es de gran relevancia, pues debido a ello no existe planeación ni control de las funciones del Departamento, es decir hasta el momento las actividades que se realizan son hasta cierto punto de forma empírica, y de acuerdo a como la situación lo requiera.

2.- NECESIDADES DE PRODUCCIÓN.

El giro de esta planta es de tipo alimenticio, de ahí la importancia que implica el no parar durante todo el año y más aún si las fallas se presentan interrumpiendo la producción.

3.- FALTA DE REFACCIONES EN EL ALMACEN.

Este es un factor sumamente crítico, pues si bien ya se planteo la falta de planeación y de control, esto viene a ser una consecuencia de dicha situación. Además el stock que tiene el almacen de refacciones, consta de partes que no presentan rotación, es decir hay dinero estancado y aquellas refacciones que son críticas muchas veces cuando se requieren, simplemente no están disponibles, ocasionando así la prolongación del paro de una máquina en la cual la falla se presenta.

4.- PRIORIDAD A FALLAS (MANTENIMIENTO CORRECTIVO).

Este factor está ligado al punto 2 que se refiere a las necesidades de producción y viene a ser consecuencia del 1 por la falta de un Plan o Programa que evite el llegar a esta condición. Es el resultado de lo que se ha permitido por mucho tiempo y el costo de no llevar a cabo una inversión.

5.- BUROCRACIA EN EL PROCESO DE REQUISICIONES Y COMPRAS.

En este aspecto también es importante destacar el excesivo número de personas por las cuales debe pasar una requisición desde la persona que la genera y hasta cruzar toda la pirámide jerárquica de una organización vertical y tradicional. Otro factor que aquí influye es el no tener un departamento propio de compras, sino estar subordinados a un departamento centralizado del corporativo. Aunado a todo lo anterior, no se pueden pasar por alto las demoras en cuanto a los tiempos de entrega en el almacen.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.3 ANÁLISIS HISTÓRICO DE EFICIENCIA.

A continuación se presenta información de las áreas de Producción de Plasal S.A. de C.V. en cuanto a eficiencia se refiere, tomando en cuenta un año, para tener una visión de la forma en que se han desempeñado.

AREA INYECCIÓN					
MES	CAPACIDAD	PLAN DE	PEDIDO DEL	PRODUCCIÓN	%
Año 2000	INSTALADA	PRODUCCIÓN	CLIENTE	REAL	EFICIENCIA
Enero	55,984,272	53,638,632	44,113,760	41,664,164	77.68%
Febrero	52,195,513	51,148,070	40,248,000	43,021,117	84.11%
Marzo	55,705,401	53,970,568	45,387,000	44,971,763	83.33%
Abril	53,736,501	52,794,856	47,746,000	41,757,725	79.09%
Mayo	58,492,451	56,271,272	45,214,000	44,833,154	79.67%
Junio	54,126,184	51,443,225	47,294,000	38,016,044	73.90%
Julio	52,961,169	50,725,929	44,804,000	39,303,793	77.48%
Agosto	56,916,896	55,172,553	43,744,000	44,415,102	80.50%
Septiembre	58,114,486	56,310,931	44,854,000	45,845,340	81.41%
Octubre	56,800,008	54,756,925	47,038,400	42,606,483	77.81%
Noviembre	56,130,843	53,966,877	47,198,000	42,415,700	78.60%
Diciembre	73,301,832	68,435,133	48,318,000	45,009,616	65.77%

Tabla 2.5 Datos históricos Area Inyección.

AREA IMPRESIÓN					
MES	CAPACIDAD	PLAN DE	PEDIDO DEL	PRODUCCIÓN	%
Año 2000	INSTALADA	PRODUCCIÓN	CLIENTE	REAL	EFICIENCIA
Enero	72,600,000	62,091,500	44,113,760	43,715,064	70.40%
Febrero	74,865,600	60,477,450	40,248,000	40,143,818	66.38%
Marzo	88,900,800	78,133,150	45,387,000	44,262,844	56.65%
Abril	84,649,650	71,164,079	47,746,000	46,642,063	65.54%
Mayo	87,394,500	76,618,600	45,214,000	44,127,790	57.59%
Junio	83,864,100	72,935,850	47,294,000	42,305,593	58.00%
Julio	87,847,200	76,752,750	44,804,000	42,095,165	54.85%
Agosto	109,789,200	79,559,900	43,744,000	44,812,134	56.33%
Septiembre	109,179,300	80,201,600	44,854,000	44,444,136	55.42%
Octubre	109,641,600	68,195,500	47,038,400	42,860,046	62.85%
Noviembre	105,309,900	75,516,450	47,198,000	40,891,012	54.15%
Diciembre	113,082,600	78,834,800	48,318,000	43,530,751	55.22%

Tabla 2.6 Datos históricos Area Impresión.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se puede apreciar en la tabla del Area de Inyección, la eficiencia promedio es de 78.28 % midiendo la Producción Real contra el Plan de Producción de cada mes.

En el área de Impresión la eficiencia promedio observada durante el año 2000 nos indica que es de 59.45 %, calculada de igual forma que para el área de Inyección, sin embargo esta cifra es más alarmante ya que es el área donde el Tiempo Improductivo predomina con mayor fuerza.

En resumen y teniendo como base las cifras históricas de las Tablas podemos reafirmar la necesidad de un cambio radical para esta Planta, se ha comprobado que la eficiencia por área es muy baja y que esto trae como consecuencias el incumplimiento de Programas de Producción, causado por la interrupción del proceso debido al Tiempo Improductivo que se presenta en la maquinaria y que a su vez viene a ser consecuencia de la falta de Mantenimiento a los mismos.

2.4 ANÁLISIS HISTÓRICO DE MANTENIMIENTO.

Analogamente a los datos históricos de eficiencia que fueron presentados en la sección anterior, ahora se muestra la situación de Mantenimiento también para el periodo del año 2000, en el cual se presenta un comparativo entre el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Correctivo, tanto en horas como en porcentajes (haciendo énfasis en los porcentajes de Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo), lo cual permitirá comprender mejor la causa del problema que con anterioridad fue planteado.

La forma en que se presenta dicha información es por áreas y mensualmente, haciendo una separación para el área de Inyección en Mantenimiento a Máquina (tabla 2.7) y Mantenimiento a Molde (tabla 2.8), no así en el área de Impresión donde unicamente se presenta la información de Mantenimiento a Maquina (tabla 2.9). Posteriormente a los datos se presentan unas gráficas que esquematizan la misma situación y en las cuales se puede observar la proporción inversa de lo que es el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Correctivo en Plasal S.A de C.V.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ÁREA INYECCIÓN MÁQUINAS (HRS)					
MES	Mantenimiento	Mantenimiento	Total	%	%
Año 2000	Preventivo	Correctivo	Prev. + Corr.	M. Preventivo	M. Correctivo
Enero	81.08	177.20	258.28	31.39%	68.61%
Febrero	95.00	314.18	409.18	23.22%	76.78%
Marzo	131.92	237.10	369.02	35.75%	64.25%
Abril	94.72	214.25	308.97	30.66%	69.34%
Mayo	107.33	297.32	404.65	26.52%	73.48%
Junio	157.72	371.75	529.47	29.79%	70.21%
Julio	81.50	347.22	428.72	19.01%	80.99%
Agosto	113.12	435.92	549.03	20.60%	79.40%
Septiembre	110.20	295.65	405.85	27.15%	72.85%
Octubre	125.88	314.87	440.75	28.56%	71.44%
Noviembre	118.77	179.60	298.37	39.81%	60.19%
Diciembre	60.83	351.63	412.46	14.75%	85.25%

Tabla 2.7 Comparativo Mantenimiento Area Inyección Máquinas.

ÁREA INYECCIÓN MOLDES (HRS)					
MES	Mantenimiento	Mantenimiento	Total	%	%
Año 2000	Preventivo	Correctivo	Prev. + Corr.	M. Preventivo	M. Correctivo
Enero	68.17	237.48	305.65	22.30%	77.70%
Febrero	33.08	111.67	144.75	22.86%	77.14%
Marzo	87.38	162.42	249.80	34.98%	65.02%
Abril	21.08	233.61	254.70	8.28%	91.72%
Mayo	99.63	179.38	279.01	35.71%	64.29%
Junio	65.93	285.56	351.50	18.76%	81.24%
Julio	34.28	301.57	335.85	10.21%	89.79%
Agosto	39.78	225.10	264.88	15.02%	84.98%
Septiembre	77.42	182.17	259.58	29.82%	70.18%
Octubre	45.08	270.10	315.18	14.30%	85.70%
Noviembre	64.58	217.72	282.30	22.88%	77.12%
Diciembre	35.40	268.37	303.77	11.65%	88.35%

Tabla 2.8 Comparativo Area Inyección Moldes.

ÁREA IMPRESIÓN MÁQUINAS (HRS)					
MES	Mantenimiento	Mantenimiento	Total	%	%
Año 2000	Preventivo	Correctivo	Prev. + Corr.	M. Preventivo	M. Correctivo
Enero	70.00	272.17	342.17	20.46%	79.54%
Febrero	110.25	220.42	330.67	33.34%	66.66%
Marzo	203.83	284.25	488.08	41.76%	58.24%
Abril	67.67	154.20	221.87	30.50%	69.50%
Mayo	174.33	307.42	481.75	36.19%	63.81%
Junio	153.83	305.50	459.33	33.49%	66.51%
Julio	111.33	441.50	552.83	20.14%	79.86%
Agosto	60.00	420.33	480.33	12.49%	87.51%
Septiembre	117.00	420.75	537.75	21.76%	78.24%
Octubre	47.00	305.77	352.77	13.32%	86.68%
Noviembre	28.33	518.08	546.42	5.19%	94.81%
Diciembre	78.00	563.00	641.00	12.17%	87.83%

Tabla 2.9 Comparativo Mantenimiento Area Impresión Máquinas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO ÁREA INYECCIÓN MÁQUINAS

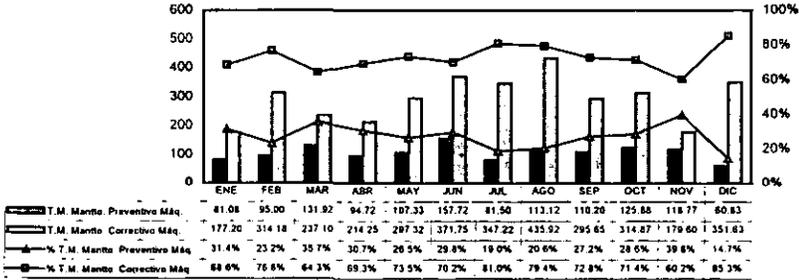


Figura 2.10 Gráfico Area Inyección Máquinas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO ÁREA INYECCIÓN MOLDES

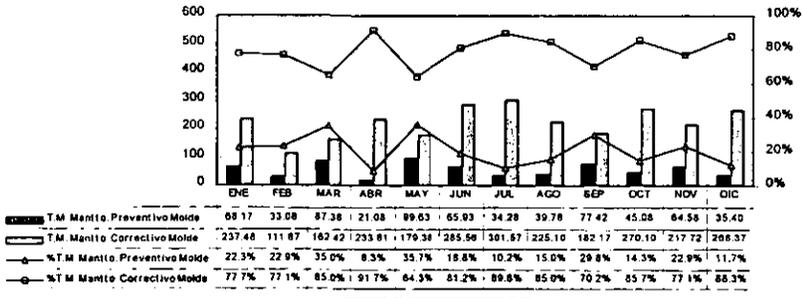


Figura 2.11 Gráfico Area Inyección Moldes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO ÁREA IMPRESIÓN MÁQUINAS

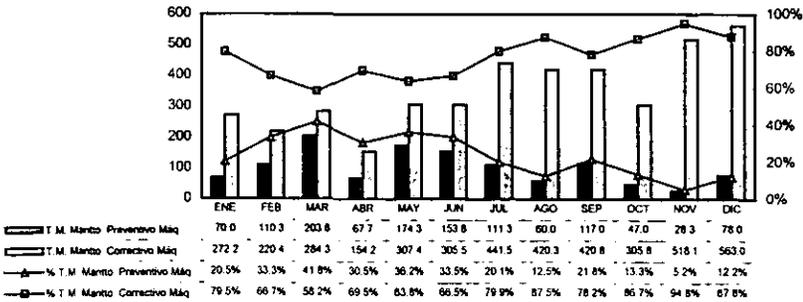


Figura 2.12 Gráfico Area Impresión Máquinas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tiempo Extra Mantenimiento.

En la siguiente tabla (2.13), también se muestran datos referentes al tiempo extra por departamento, donde se puede apreciar que el área de Mantenimiento acapara la mayor parte del tiempo. Esto desde luego que es una ineficiencia más dentro de la organización, puesto que el trabajo que se realiza es de tipo correctivo, es decir cuando la falla ya se presentó y las condiciones de la planta así lo requieren.

PERIODO	IMPRESIÓN		INYECCIÓN		MANTENIMIENTO		ALMACEN		TOTALES	
	TIEMPO EXTRA		TIEMPO EXTRA		TIEMPO EXTRA		TIEMPO EXTRA		TIEMPO EXTRA	
	HORAS	DÍAS	HORAS	DÍAS	HORAS	DÍAS	HORAS	DÍAS	HORAS	DÍAS
1	54	7	99	12	104	13	46	6	303	38
2	90	11	47	6	155	19	26	3	318	40
3	21	3	57	7	214	27	37	5	329	41
4	62	8	40	5	207	26	54	7	363	45
5	125	16	33	4	192	24	29	4	379	47
6	118	15	67	8	158	20	73	9	416	52
7	131	16	72	9	60	8	57	7	320	40
8	154	19	163	20	138	17	36	5	491	61
9	157	20	88	11	139	17	46	6	430	54
10	202	25	135	17	159	20	73	9	569	71
11	66	8	64	8	170	21	38	5	336	42
12	58	7	62	8	193	24	20	3	333	42
13	27	3	27	3	211	26	33	4	298	37
14	55	7	55	7	138	17	16	2	264	33
15	109	14	109	14	144	18	72	9	434	54
18	53	7	50	6	162	20	32	4	296.5	37
17	33	4	21	3	227	28	19	2	300	38
18	57	7	17	2	131	16	67	8	272	34
TOTALES	1571.5	196	1206	151	2902	363	772	97	6451.5	806

Tabla 2.13 Comparativo Tiempo Extra Plasal S.A. de C.V.

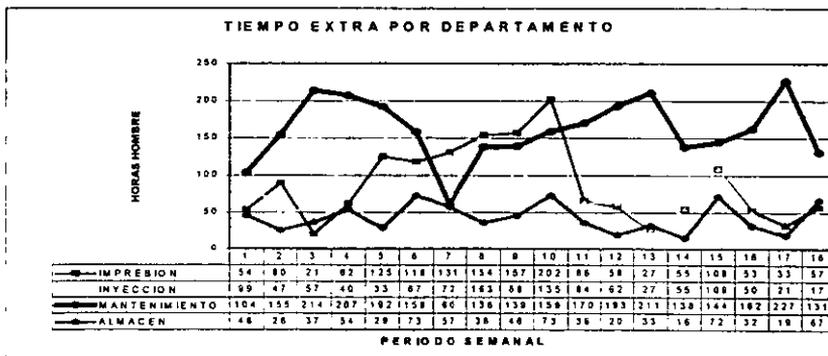


Figura 2.14 Gráfico Tiempo Extra Plasal S.A. de C.V.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.5 COSTOS DE NO PRODUCCIÓN POR TIEMPO IMPRODUCTIVO.

En este apartado se presenta un análisis estimado de los Costos de no Producción por Tiempo Improductivo apoyándonos de las tablas siguientes, donde se pueden observar cifras históricas por mes en el periodo de un año.

MES	INYECCIÓN		
	AJUSTES OPERATIVOS (HRS)	MANTENIMIENTO CORRECTIVO TOTAL (HRS)	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN (HRS)
Ene-00	271	415	55
Feb-00	214	426	-
Mar-00	242	400	-
Abr-00	404	448	-
May-00	330	477	6
Jun-00	255	657	163
Jul-00	205	648	-
Ago-00	159	661	-
Sep-00	209	478	7
Oct-00	255	585	66
Nov-00	205	397	-
Dic-00	240	620	485
TOTAL	2,989	6,212	782

Tabla 2.15 Tiempo Improductivo Total Area Inyección.

MES	IMPRESIÓN		
	AJUSTES OPERATIVOS (HRS)	MANTENIMIENTO CORRECTIVO TOTAL (HRS)	SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN
Ene-00	833	272	-
Feb-00	300	220	865
Mar-00	359	284	305
Abr-00	457	154	540
May-00	728	307	313
Jun-00	565	306	437
Jul-00	562	442	518
Ago-00	466	420	1,553
Sep-00	452	421	1,392
Oct-00	407	306	2,225
Nov-00	552	518	1,658
Dic-00	627	563	1,641
TOTAL	6,308	4,213	11,447

Tabla 2.16 Tiempo Improductivo Total Area Impresión.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Estas tablas (2.15 y 2.16), presentan la información referente al tiempo improductivo que han tenido las áreas de producción, clasificado en Ajustes Operativos (imputable al personal de operación), Mantenimiento Correctivo (imputable al equipo), Sin Programa de Producción (es el tiempo que previamente se programa para estar inactivo, no precisamente para realizar Mantenimiento Preventivo). Desde este punto de vista podemos ver también que el tiempo es elevado, sin embargo para efectos de estimar el costo de no producción por tiempo improductivo, se tomó en cuenta el tiempo de Ajustes Operativos y de Mantenimiento Correctivo. Asimismo se obtuvo un promedio de la Producción por área en una hora de acuerdo a las capacidades de operación de la máquina, esto es porque las máquinas operan con diversos moldes en el caso del área de inyección, es decir se obtuvo un promedio tanto de las cavidades de operación como del ciclo de trabajo para todos los moldes que existen, en base, al producto o presentación correspondiente, de manera análoga se aplicó para el área de impresión, en la cual se promediaron las piezas/minuto que las diversas máquinas trabajan y que en las Tablas 2.17 y 2.18, se pueden apreciar.

INYECCIÓN				
Producto Presentación	No. Cavidades Promedio	Ciclo (seg) Promedio	Producción (1 H) 100% Piezas Promedio	Producción (1 H) 80% Piezas Promedio
Tapa Crema 200 g.	12	5.1	8,471	6,776
Tapa Crema Yoghurt Kg.	6	6	3,600	2,880
Vaso Yoghurt 170 g.	18	6	10,800	8,640
Vaso Crema 200 g.	18	7.2	8,000	6,400
Vaso Yoghurt 150 g.	6	6	3,600	2,880
Vaso Crema Yoghurt 450 g.	8	6	4,800	3,840
Vaso Crema Yoghurt Kg.	4	8.5	1,694	1,355
Promedio	10	6.4	5,852	4,682

Tabla 2.17 Producción Promedio por Producto (Inyección).

IMPRESIÓN			
Producto Presentación	Piezas / min Promedio	Producción (1 H) 100% Piezas Promedio	Producción (1 H) 80% Piezas Promedio
Tapa Crema 200 g.	400	24,000	19,200
Tapa Crema Yoghurt Kg.	180	10,800	8,640
Vaso Yoghurt 170 g.	400	24,000	19,200
Vaso Crema 200 g.	280	16,800	13,440
Vaso Yoghurt 150 g.	100	6,000	4,800
Vaso Crema Yoghurt 450 g.	120	7,200	5,760
Vaso Crema Yoghurt Kg.	100	6,000	4,800
Promedio	226	13,543	10,834

Tabla 2.18 Producción Promedio por Producto (Impresión).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De la información aquí mostrada se puede decir que en el periodo de un año para el área de Inyección se obtuvo un total de 5,852 piezas/hora de trabajo, de acuerdo a un promedio de 10 cavidades instaladas y un ciclo promedio de 6.4 segundos al 100%, de donde para efectos de este análisis se considerará el 80% de dicha capacidad, lo cual arroja un total de 4,682 piezas/hora de producción. De la misma forma para el área de Impresión se tiene que, para el periodo considerado hay en promedio una capacidad de 226 piezas/minuto en promedio por toda la línea, de donde se obtiene una producción de 13,543 piezas/hora de trabajo al 100% de capacidad y una vez aplicado el 80% se tiene un total de 10,384 piezas/hora de producción.

En la siguiente tabla se muestran a su vez los costos unitarios por producto, de los cuales también se obtendrá un promedio para calcular el Costo de No Producción:

<i>Producto-Presentación</i>	<i>Costo Unitario</i>
Tapa Crema 200 g.	\$ 0.0673
Tapa Crema Yoghurt Kg.	\$ 0.2296
Vaso Yoghurt 170 g.	\$ 0.2423
Vaso Crema 200 g.	\$ 0.2919
Vaso Yoghurt 150 g.	\$ 0.1693
Vaso Crema Yoghurt 450 g.	\$ 0.4600
Vaso Crema Yoghurt Kg.	\$ 0.7926
Promedio	\$ 0.3219

Tabla 2.19 Costo Unitario por Producto-Presentación.

Ahora tomando como base la información antes presentada, se tiene el siguiente análisis:

AREA INYECCIÓN:

➤ Tiempo Improductivo Total Area Inyección (Mes):

$$\text{Ajustes Operativos} + \text{Mantenimiento Correctivo} = (2,989/12) + (6,212/12) = 766.08 \text{ Hrs.}$$

➤ Producción Promedio Area Inyección (Mes):

$$(\text{Producción Promedio/hora}) \times (22.5 \text{ h/día}) \times (30 \text{ días/mes}) = (4,682) \times (22.5) \times (30) = 3,160,350 \text{ pzas.}$$

➤ Costo No Producción Area Inyección (Mes):

$$\text{Costo Unitario Promedio} \times \text{Pzas/mes} = \$ 0.3219 (3,160,350) = \$ 1,017,316.66$$

➤ Costo No Producción Area Inyección (Año):

$$\text{Costo Mes} \times 12 = \$1,017,316.66 (12) = \underline{\underline{\$ 12,207,799.98}}$$

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

AREA IMPRESIÓN:

➤ Tiempo Improductivo Total Area Impresión (Mes):

Ajustes Operativos + Mantenimiento Correctivo = $(6,308/12)+(4,213/12)= 876.75$ Hrs.

➤ Producción Promedio Area Impresión (Mes):

$(ProducciónPromedio/hora) \times (22.5h/día) \times (30ías/mes) = (10,384)(22.5)(30) = 7,009,200$ pzas.

➤ Costo No Producción Area Impresión (Mes):

Costo Unitario Promedio x Pzas/mes = $\$ 0.3219 (7,009,200) = \$ 2,256,261.48$

➤ Costo No Producción Area Impresión (Año):

Costo Mes x 12 = \$2,256,261.48 (12) = \$ 27,075,137.76

Como conclusión se puede reafirmar la importancia que tiene el Mantenimiento a los equipos de Plasal S.A. de C.V. Después de toda esta información queda de manifiesto que la organización pierde arriba de 35 millones de pesos al año, por motivos de paro en sus líneas entre ajustes operativos y fallas que conducen al Mantenimiento Correctivo y que como las gráficas lo muestran tiene gran superioridad sobre el Mantenimiento Preventivo, razones por las cuales se deriva la problemática que ya ha sido presentada y que tiene efectos graves en Producción y por consiguiente el servicio del cliente se ve perjudicado también.

2.6 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

A lo largo de su existencia Plasal S.A. de C.V., es una empresa que ha conservado un tradicionalismo indiscutible dentro de su organización, la resistencia al cambio ha estado de manifiesto por mucho tiempo y es que los proyectos de mejora simplemente quedan inconclusos o no se les da el seguimiento que requieren una vez implementados. Muestra de ello es la excesiva rotación de personal a nivel gerencial que ha tenido en los últimos años, y precisamente es este uno de los factores que determinan la inconsistencia en cuanto a la realización de proyectos que cada persona tenía en mente. La cuestión es que aparece un nuevo gerente y plantea sistemas de mejora en busca de sacar adelante a la organización, pero simplemente no se cristalizan en resultados porque su estancia en la compañía no lo permite y es dentro de este contexto donde se encuentra el meollo de la problemática de Plasal S.A. de C.V.

Pero ahora traslademos los efectos de esta situación a las áreas que nos involucran en este estudio: Mantenimiento y Producción:

Durante diez años el departamento de Producción y el departamento de Mantenimiento siempre han sido dos departamentos independientes pero que han estado encabezados por la misma persona. En efecto había un Gerente de Producción y Mantenimiento que debido al giro y a los problemas de la empresa, siempre se vió más obligado a sacar a flote al departamento de Producción dejando prácticamente olvidado al departamento de Mantenimiento o simplemente lo tenía como una herramienta de la cual hacía uso para "corregir y reparar" los problemas que se presentaban en Producción. Y he aquí de entrada un grave problema como organización, quizá por una parte hayan sido las necesidades de producción, pero mucho ha tenido que ver también la falta de una correcta Planeación y Control de sus operaciones a lo largo de todo el tiempo.

Si a todo lo anterior le añadimos el eterno y tradicional divisionismo que existe entre ambos departamentos, y aún más le agregamos la ineficiencia del departamento de Recursos Humanos pues simplemente llegamos a la conclusión y analogía de que Producción sin el apoyo y coordinación con Mantenimiento y Recursos Humanos además de una correcta administración de jefaturas y gerencias, es como un cuerpo sin brazos ni cabeza que camina a la deriva y en cualquier momento se puede desvanecer.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Todo lo anterior demuestra simplemente la debilidad que el departamento de Producción posee, y que los datos históricos tanto de eficiencia como de productividad en ambas áreas (Producción y Mantenimiento), refuerzan contundentemente. Y como consecuencia se puede deducir que los efectos del olvido en el cual ha estado Mantenimiento son el reflejo de las dolencias que sufre producción y que repercuten en toda la organización a través de ineficiencias, defectos, incumplimiento de programas y tiempos muertos, lo cual a su vez se traduce en costos que bien podrían ser utilidades para la misma.

Es por eso que es necesaria una Reingeniería en el área de Mantenimiento puesto que todo lo que aquí se ha planteado así lo manifiesta y exige, porque ya ha sido una década en la cual la estructura ha sido vertical y es tiempo de un cambio que termine con todo lo que ha prevalecido y que no ha rendido los resultados que se esperan. Es un área de mejora de la cual depende el éxito de la parte central de este sistema productivo, desde luego que hay que considerar las resistencias que esto va a provocar, pero con trabajo en conjunto de todos los involucrados y un apoyo total de la dirección, se puede emprender el cambio que tanto requiere esta planta y que a mediano y largo plazo rendirá frutos considerables en toda la organización.

CAPITULO
III
MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO
TOTAL
(TPM)

III. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).

3.1 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO POR OPERADORES.

El mantenimiento autónomo por operadores es una de las características más particulares que distingue al TPM. Sin embargo, cuanto más tiempo haya funcionado una compañía de acuerdo con el concepto de división de trabajo, más convencidos estarán sus empleados de que el trabajo de los operadores y el de los trabajadores de mantenimiento deben estar estrictamente separados.

La pauta establecida y la atmósfera de una compañía no se pueden cambiar de la noche a la mañana. Tarda de dos a tres años en cambiar la cultura corporativa, dependiendo del tamaño de la compañía. Los operadores que estén acostumbrados a pensar "yo opero - tu arreglas" tendrán dificultades para aprender "yo soy responsable de mi propio equipo"¹⁰. Todos los empleados deben estar de acuerdo en que los operadores son responsables del mantenimiento de su propio equipo; además, los mismos operadores deben ser adiestrados según las exigencias del Mantenimiento Autónomo. En muchas fábricas, los operadores verifican y lubrican su propio equipo, pero a menudo lo hacen a regañadientes, sin entusiasmo ni conocimiento. Este tipo de descuido puede traducirse en abrasión, desgaste, vibraciones, suciedad y deterioro, y puede conducir a averías y defectos de calidad en el proceso.

En Japón, los principios básicos de la administración industrial se conocen por las Cinco Eses: *seiri* (organización), *seiton* (orden), *seisei* (pureza), *seiketsu* (limpieza) y *shitsuke* (disciplina).

3.2 MANTENIMIENTO PLANIFICADO.

El mantenimiento planificado o programado debe funcionar junto con el mantenimiento autónomo. La primera responsabilidad del departamento de mantenimiento es responder con rapidez y eficacia a las peticiones de los operadores. El personal de mantenimiento debe así mismo eliminar el deterioro que resulta de una lubricación y limpieza inadecuadas. A continuación, debe analizar cada avería para descubrir puntos débiles en el equipo y modificarlo para mejorar su facilidad de mantenimiento alargando su vida útil. Una vez reducidos los costes de mantenimiento, los controles, inspecciones y los estándares del equipo deben revisarse a conciencia. Para mantener un bajo coste del mantenimiento planificado deben emplearse técnicas de diagnóstico para supervisar el estado de los equipos; así se estimula el cambio al mantenimiento predictivo.

¹⁰ Shirose Kunio; TPM para operarios; Productivity 1999.

El mantenimiento planificado o programado abarca tres formas de mantenimiento: el de averías, el preventivo y el predictivo. Como con otras actividades TPM, la creación de un sistema de mantenimiento planificado debe hacerse sistemáticamente, superando un paso cada vez. La finalidad de realizar el mantenimiento preventivo y predictivo es eliminar las averías, pero incluso cuando se realizan prácticas de mantenimiento sistemáticas, siguen ocurriendo fallos inesperados. Tales fallos revelan elementos inapropiados en la oportunidad y contenido de los planes de mantenimiento y ponen a la luz que hay medidas ineficaces de prevención de fallos. En el TPM, las actividades de mantenimiento planificado resaltan la importancia de controlar los tiempos medios entre fallos (MTBF) y de usar análisis para especificar los intervalos de las tareas (calendarios de mantenimiento semanal, mensual, anual, etc.). Un ejemplo clásico de mantenimiento planificado es el realizado con parada general de la instalación. Su objetivo es perfilar planes fiables antes de que comience el trabajo. Como las tareas realizadas durante el mantenimiento con la instalación parada siguen un patrón preestablecido, es útil basar el plan de trabajo en un diagrama de estructuras descompuestas del trabajo (WBS). Este diagrama facilita estimaciones precisas de las tareas a realizar durante el mantenimiento, junto con sus magnitudes. Puede utilizarse para calibrar el personal y materiales necesarios para cada tarea y supervisar el presupuesto y objetivos.

El mantenimiento planificado normalmente se establece para lograr dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costos. Un programa de mantenimiento planificado es una actividad metódicamente estructurada para lograr estos dos objetivos.

Evidentemente el tipo de industria determina mayormente las técnicas y tipo de mantenimiento a realizar. La industria mecanizada puede clasificarse en industria de proceso continuo e industria de proceso por lotes a la primera simplemente conocida como industria de proceso. En una industria mecanizada la gestión del equipo esta profundamente influenciada por tres factores Las características especiales de sus equipos, la naturaleza de sus procesos y los fallos de las instalaciones, y la capacidad y funciones de su personal de mantenimiento.

Características del equipo.

Las plantas de producción de las industrias de proceso consisten usualmente en equipos estáticos, tales como columnas, tanques e intercambiadores de calor, conectados mediante tubos a maquinarias rotativas (bombas, compresores, etc.).

Los instrumentos de medida y mecanismos de control mantienen las condiciones constantes o las varían de acuerdo con un programa preestablecido, o bien controlan y supervisan de forma intermitente el proceso. Las unidades de equipo que se combinan e integran sistemáticamente someten los materiales a diversos cambios químicos, físicos y biológicos conforme procede el proceso que los transforma en un producto final. Al final de cada proceso de producción, el equipo auxiliar recibe y almacena los materiales y productos, embala, guarda, y entrega el producto final. Un uso pleno del sistema de producción requiere un control cuidadoso de todo este equipo.

Algunas unidades de equipo de las industrias mecanizadas son de gran tamaño, y su consumo de energía es considerable. Conforme el equipo giratorio aumenta su tamaño y velocidad, se fuerza a las plantas a operar en condiciones que ponen a los materiales estructurales en los límites de su resistencia. Generalmente, suelen ser muy elevadas las pérdidas debidas a fallos del equipo, de modo que las debilidades de éste deben corregirse sistemáticamente hasta asegurar una operación eficaz y evitar accidentes, fallos y defectos de calidad.

Fallos del equipo y problemas de proceso.

Los problemas de proceso son a menudo crónicos y provocados por una compleja combinación de causas. Por ejemplo, la forma externa o la construcción interna de un equipo pueden crear deficiencias locales de uniformidad en la fluidez, dispersión, temperatura, composición u otras propiedades de las sustancias procesadas, y esto a su vez puede producir cambios no deseables físicos o químicos.

Los fallos del equipo y pérdidas de proceso pueden clasificarse en cinco amplias categorías:

- Fallos del equipo o problemas de proceso que causan paradas.
- Anormalidades de calidad.
- Anormalidades referentes a consumos unitarios.
- Reducciones de capacidad.
- Problemas de seguridad y entorno.

La mayoría de estos problemas son resultado de anomalías o desórdenes del equipo. Una planta puede evitarlos si logra llevar los equipos y procesos hasta su estado ideal. La figura 3.1 muestra estos problemas principales así como los desórdenes del equipo y los defectos ocultos que los crean.

Mantenimiento planificado para industrias mecanizadas.

En el TPM, el mantenimiento planificado se basa en dos pilares: por una parte, en el mantenimiento autónomo del departamento de producción y por otra en el especializado del departamento de mantenimiento. En un sistema de mantenimiento planificado, el personal de mantenimiento realiza dos tipos de actividades:

- Actividades que mejoran el equipo.
- Actividades que mejoran la tecnología y capacidad de mantenimiento.

Estas actividades deben planearse, realizarse y evaluarse sistemática y orgánicamente. La figura 3.2 ilustra la relación entre las dos.

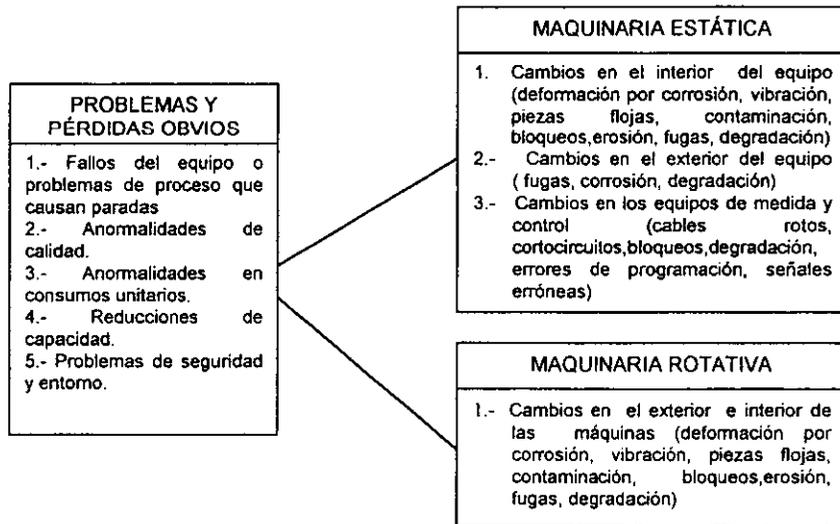


Figura 3.1 Problemas y pérdidas en equipo estático y rotatorio.

Como en otros sectores industriales, los productos de las industrias mecanizadas cambian con el tiempo, y las plantas deben estar readaptándose continuamente de modo que puedan producir productos que satisfagan las necesidades de cada tiempo. Los cambios en las primeras materias o condiciones de proceso crean problemas inesperados de equipos y procesos que pueden conducir a reducciones de producción, menores rendimientos, o incluso serios accidentes. Por tanto, es esencial perfilar el mantenimiento planificado en función de las características de cada equipo y proceso.

En este entorno, un aspecto particularmente importante del mantenimiento planificado es asegurar que las mejoras logradas con el mantenimiento correctivo se incorporen a los siguientes proyectos. Para ello, se reúne información sobre la mantenibilidad y las mejoras de debilidades de diseño. Esta información se clasifica y archiva para usarla como datos MP.

Mantenimiento basado en tiempo en el mantenimiento planificado.

Los objetivos del mantenimiento planificado son eliminar los fallos del equipo y problemas de proceso, así como minimizar las pérdidas. El primer paso para el logro de estos objetivos es el mantenimiento basado en tiempo, esto es, la realización de tareas de mantenimiento tales como chequeos, limpiezas, inspecciones, reposición de piezas y servicio, reparaciones y mejoras de acuerdo con un programa establecido. Sin embargo, para mantener el equipo en su estado ideal es vital usar todos los datos y tecnología de mantenimiento disponibles. Es por tanto esencial una estrecha cooperación entre el departamento de mantenimiento y otros departamentos.

Mantenimiento basado en condiciones en el mantenimiento planificado.

Tiene dos direcciones primordiales:

- *Supervisión de las condiciones*: esto debe hacerse mientras el equipo está funcionando para calibrar con precisión sus funciones y rendimiento.

- *Inspección sobre la marcha (OSI)*: esto ayuda a aumentar la precisión de la planificación del mantenimiento con parada. Si las inspecciones durante el mantenimiento con parada revelan defectos que deben corregirse, el personal de mantenimiento debe modificar el plan de mantenimiento con parada. Esto puede causar un retraso en volver a poner en marcha la planta, entre otros problemas.

El mantenimiento de averías en el mantenimiento planificado.

Consiste en reemplazar piezas o realizar otros trabajos de reparación después de averiarse el equipo. Para facilitar las reparaciones rápidas y la prevención, hay que capacitar a los operarios para que detecten las anomalías cuando realizan revisiones diarias o supervisan rutinariamente el equipo.

3.4 EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO.

La estrecha cooperación entre los departamentos de producción y mantenimiento es el factor clave para asegurar que el mantenimiento planificado se realice con eficacia. El mantenimiento eficaz requiere también, en diferentes ocasiones, el apoyo activo de otros departamentos tales como ingeniería de producción, seguridad y entorno, administración, personal, finanzas, desarrollo y marketing¹¹.

En un sistema de mantenimiento centralizado, los técnicos de mantenimiento se asignan de modo permanente a un centro gestionado por el departamento de mantenimiento. Desde esta instalación central los técnicos se trasladan al área o instalación de producción donde se les requiere. Este sistema es común en las plantas de tamaño medio con poco personal de mantenimiento. Pero se pierde la colaboración con otros departamentos.

En un sistema descentralizado, los técnicos de mantenimiento se asignan permanentemente a diferentes lugares de trabajo. Este sistema es común en grandes plantas. Sin embargo, incluso en éstas usualmente sólo se descentralizan los mecánicos; el personal de mantenimiento eléctrico y de instrumentación típicamente permanece centralizado. Aquí se favorece la comunicación pero se requiere más personal.

En un sistema mixto, parte del personal de mantenimiento se asigna permanentemente a diferentes lugares de trabajo, y el resto a un centro de mantenimiento general. De nuevo, las plantas usualmente adoptan el sistema mixto para el mantenimiento mecánico y el sistema centralizado para el mantenimiento eléctrico e instrumentación. Esta forma implica una gestión más difícil para la rotación de labores.

Mejora de la eficacia del mantenimiento.

Para mejorar la eficacia del mantenimiento, hay que empezar por reducir los fallos del equipo, problemas de proceso y pérdidas tales como los defectos de calidad, altos consumos unitarios, producción reducida y problemas de seguridad y entorno.

El indicador básico de la eficacia es la proporción *Salidas/Entradas*. A continuación hay que esforzarse por una mejora enérgica de la eficacia reduciendo el coste de las entradas optimizando el sistema global TBM/CBM/BM.

¹¹ Nakajima Seiichi; Introducción al TPM. Mantenimiento Productivo Total; Productivity 1999.

Creación de un sistema de mantenimiento planificado.

El objetivo del TPM es reforzar la constitución básica de una empresa mediante el logro del cero defectos, cero fallos y cero accidentes. Es decir, eliminar todo tipo de pérdidas. Lo más importante de todo esto es el cero fallos o averías.

Logro del cero averías.

Los accidentes más serios de las plantas de producción afloran mientras se da respuesta a problemas tales como los fallos de los equipos. Muy pocos aparecen cuando los procesos operan normalmente y los operarios supervisan o revisan ligeramente su equipo. Similamente, la mayoría de los defectos de proceso y producto ocurren cuando las plantas paran por averías, se están reparando o poniendo de nuevo en marcha. Las tasas de defectos son naturalmente muy bajas en las plantas que continúan operando normalmente durante largos períodos. En otras palabras, el logro de cero averías es el modo más rápido de eliminar accidentes y defectos. Para evitar accidentes y defectos hay que prevenir la posibilidad de fallos serios que hagan para grandes sistemas o procesos completos. La clave es crear un sistema de mantenimiento planificado que combine varias actividades de mantenimiento especializado.

En algunas plantas, el equipo sufre deterioro acelerado. Son habituales los tiempos en vacío, las pequeñas paradas y los fallos ligeros, y oscilan ampliamente los intervalos entre fallos. En situaciones como éstas, es inútil intentar realizar el mantenimiento predictivo o periódico. El departamento de mantenimiento no puede lograr el cero averías solamente con el mantenimiento planificado. Tampoco el departamento de producción puede lograrlo solamente con el mantenimiento autónomo. Sin embargo, ambos departamentos pueden lograr resultados significativos combinando los mantenimientos autónomo y planificado e implantando consistentemente medidas para el cero averías, tal y como se muestra en el Apéndice I.

Las cuatro fases del cero averías.

Las medidas para el cero averías implican una enorme cantidad de trabajo. Al ponerlas en práctica es probable que se continuaría despilfarrando tiempo intentando realizar el mantenimiento periódico sobre equipos sucios, mal lubricados y expuestos a un deterioro acelerado. Un equipo que se avería antes de la fecha de su siguiente servicio fuerza a establecer intervalos de servicio ridículamente cortos. En cualquier caso, el mantenimiento periódico falla. Por otro lado, el mantenimiento predictivo está sujeto a los mismos límites. No importa lo buenas que sean las técnicas de diagnóstico, no pueden predecirse intervalos de servicio óptimos en un entorno en el que los fallos persisten como resultado de pernos y tuercas flojos, errores de operarios, etc.

Muchas plantas de producción han encontrado que el modo más eficaz de implantar medidas para el cero averías es distribuir las en cuatro fases y proceder sistemáticamente a través de ellas. En las industrias de proceso son comunes numerosas unidades de equipo estático tales como columnas, tanques, tubos, intercambiadores de calor, válvulas y hornos. A continuación se presenta esta metodología:

Fase I. Establecer condiciones básicas.

- A. **Exteriores (partes en contacto con el exterior).** Verificar que las superficies estén libres de corrosión y secas, aislamientos no deteriorados y si es así reemplazarlos. Investigar y reparar fugas e infiltraciones, así como detectar causas de vibración y golpeteo.
- B. **Interiores (partes en contacto con fluidos de proceso).** Investigar y reparar toda muestra de corrosión, deformación, incrustación, obstrucción y contaminación que haga variar las condiciones de operación del equipo.

Fase II: Corregir debilidades.

- A. **Exteriores (partes en contacto con el exterior).** Reparar y prevenir corrosión e infiltraciones, mejorar apoyos y estructuras. Prevenir vibración y golpeteo.
- B. **Interiores (partes en contacto con fluidos de proceso).** Mitigar la concentración de cargas estáticas, dinámicas, corregir presencia de corrosión y obstrucciones.
- C. **Elementos comunes.** Adoptar nuevos materiales anticorrosivos, así como técnicas mejoradas como la pulverización térmica.

Fase III. Restaurar el deterioro.

- A. **Exteriores (partes en contacto con el exterior).** Chequeo regular apoyado con pintura inoxidable, renovando aislamientos dañados.
- B. **Interiores (partes en contacto con fluidos de proceso).** Inspección con demontaje. Renovación de tuberías y equipos a medio y largo plazo planificadamente de acuerdo a las condiciones de operación.

Fase IV. Predecir y ampliar la vida útil del equipo.

- A. **Predecir deterioro de materiales y ampliar vida útil.** Investigar y analizar deterioro a través de pruebas destructivas y no destructivas, empleando tecnología y técnicas de reparación como pulverización térmica y soldadura.
- B. **Predecir fallos de proceso.** . Alargar intervenciones correctivas a partir de la limpieza inicial en los equipos.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Implantación de las actividades de mantenimiento paso a paso.

Un tema importante para el departamento de mantenimiento es cómo planear y poner sistemáticamente en práctica en el tiempo las diversas actividades del mantenimiento planificado. Las actividades genéricas y el enfoque paso a paso ofrecido a continuación resumen la experiencia práctica de muchas implantaciones TPM eficientes. Por supuesto, el objetivo del departamento de mantenimiento al implantar el mantenimiento planificado es eliminar los fallos. A continuación (figura 3.4) se muestra cómo se coordina un programa de seis pasos para desarrollar las actividades del departamento de mantenimiento con el concepto de cuatro fases para el cero averías y el programa de mantenimiento autónomo. El objetivo de este programa es implantar un sistema de mantenimiento planificado sólido y eficaz.

SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO	
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO
Paso 1. Realizar limpieza inicial Paso 2. Reducir fuentes contaminantes y lugares inaccesibles Paso 3. Estandarizar limpieza y chequeos Paso 4. Inspección general del equipo Paso 5. Inspección general del proceso Paso 6. Sistematizar Mantto. Autónomo Paso 7. Práctica plena de la autogestión	Paso 1. Evaluar y comprender situación actual del equipo Paso 2. Restaurar deterioro y corregir debilidades (apoyo al mantenimiento autónomo) Paso 3. Crear un sistema de gestión de información Paso 4. Crear un sistema de Mantto. Periódico Paso 5. Crear un sistema de Mantto. Predictivo Paso 6. Evaluar el sistema de Mantto. Planificado

Implantar Mantto. Correctivo
 Establecer Mantto. Predictivo

Figura 3.4 Programa Paso a Paso de Mantenimiento Planificado.

Las ventajas del enfoque paso a paso consisten en que los resultados se acumulan conforme se despliegan las actividades y se refuerzan y contrastan entre sí como parte integral del programa. Para utilizar plenamente estas ventajas, el equipo de planificación debe especificar claramente lo que tiene que hacerse en cada paso.

Realización paso a paso del mantenimiento planificado.

Montar un sistema de mantenimiento planificado exige una preparación cuidadosa y un trabajo duro. Es ineficaz intentar hacerlo todo a la vez. A continuación se da una secuencia para desarrollar las actividades.

- ✓ Paso 1: Evaluar el equipo y comprender las condiciones actuales de partida.
- ✓ Paso 2: Restaurar el deterioro y corregir las debilidades.
- ✓ Paso 3: Crear un sistema de gestión de la información.
- ✓ Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico

- ✓ Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo.
- ✓ Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planificado.

Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual. Para decidir qué equipos serán objeto de mantenimiento planificado, hay que preparar registros de los equipos y ordenar por prioridad éstos de acuerdo con criterios preestablecidos. Deben proveer datos de su diseño y el historial de la operación y mantenimiento de los equipos.

Para captar la situación actual de punto de partida, se reúnen datos del número de fallos, frecuencias, severidades, MTBF (tiempos medios entre fallos), MTTR (tiempos medios de reparación), costes de mantenimiento, etc. Entonces se establecen objetivos para reducir los fallos a través del mantenimiento planificado.

Paso 2: Restaurar el deterioro y corregir debilidades. El primer paso de un programa de mantenimiento planificado es apoyar las actividades de mantenimiento autónomo de los operarios restaurando el deterioro acelerado, corrigiendo las debilidades de diseño y restaurando el equipo hasta su condición óptima¹².

Como las causas de los fallos de los procesos son combinaciones de factores, a menudo es difícil identificar dónde y cuándo empiezan. Las causas de un fallo pueden haber desaparecido en el momento en el que alguien advierte el fallo. Entonces, solamente puede analizarse la parte obvia del fenómeno, y es difícil que se lleguen a identificar las medidas que evitarían la repetición del fallo. Para minimizar las pérdidas de fallos de proceso, hay que restaurar tan pronto como sea posible las condiciones del proceso, una vez que se ha detectado las señales de un fallo inminente.

Paso 3: Crear un sistema de gestión de la información. Debe montarse un sistema de proceso de datos informatizado, sobre esto hay que considerar los siguientes puntos claves:

*Antes de decidir el tipo de sistema, evaluar y mejorar el sistema de mantenimiento existente y decidir cuáles son los datos necesarios.

*Determinar el grado de mecanización informática requerido.

*Diseñar métodos simples de entrada de datos para los responsables del mantenimiento.

*Empezar con ordenadores personales. Conforme aumente el nivel de la gestión de datos que se requieren, considerar el diseño de un sistema más amplio de gestión de datos centralizado en un gran ordenador.

¹² Shirose Kunio; TPM para Operarios; Productivity 1999.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

*Un sistema de gestión del mantenimiento informatizado no puede funcionar eficazmente si persisten los fallos grandes e intermedios. De esta forma, es recomendable construir primero un sistema de gestión de datos de fallos. Solamente cuando ya no se producen fallos grandes e intermedios crear el sistema de gestión de mantenimiento de equipos.

Un sistema de gestión de datos de fallos debe incluir tipo de información, que faciliten a los operarios entrar a la base de datos. Tal información incluirá fechas y horarios; clasificación de los fallos (grandes, intermedios, pequeños); modelo de equipo; componente que ha fallado (eje, acoplamiento, cojinetes, etc.); naturaleza del fallo (vibración, ruido anormal, sobrecalentamiento, corrosión, desgaste, etc.); causa; acción tomada; efecto sobre la producción; y tiempos y número de personas requeridas para la reparación. Estos datos deben hacerse disponibles y analizarse a intervalos regulares en forma de resúmenes periódicos de fallos y listas de fallos de equipos. Esto ayuda a los equipos a determinar la frecuencia de los fallós, los tiempos de paro, y otros datos para procesos individuales o tipos de equipos. La información ayuda también a ordenar por prioridad las mejoras y prevenir la repetición. Las listas de fallos de equipos facilitan también análisis más penetrantes de las causas de la mecánica y el proceso de los fallos para diferentes rangos de equipos y de fallos.

Presupuesto de Mantenimiento.

Un sistema de gestión del presupuesto de mantenimiento calcula, asigna y totaliza los presupuestos de mantenimiento. Debe generar las siguientes clases de información:

*Informes para diferentes tipos de trabajos de mantenimiento que comparen el gasto actual y el presupuesto para el mismo periodo en diferentes años.

*Programas de empleo de trabajos y materiales que faciliten información sobre planes de trabajo, costes, empleo de materiales previsto, y existencias preestablecidas de materiales. Esta información puede usarse también para prever cuándo tiene que disponerse de los fondos de mantenimiento. Lista de prioridades de trabajos que incluyan información sobre prioridades de trabajo de mantenimiento, tiempos de parada proyectados, costes, etc.

*Previsiones de vida de equipos que ayuden a asegurar que el mantenimiento se realiza apropiadamente. El sistema debe generar datos de MTBF del pasado junto con detalles sobre las fechas en las que se prevé que el equipo termine su vida útil.

*Gráficos o cuadros que comparen las pérdidas de paradas previstas con los costes de mantenimiento que ayuden a medir la eficacia del mantenimiento. El sistema debe generar datos que comparen el coste de mantener en condiciones óptimas el equipo con las pérdidas que se prevé provocarán los fallos o averías.

Control de repuestos y materiales.

Para analizar las razones por las que se mantienen existencias preestablecidas de repuestos de larga duración y poder reducir la cantidad de tarea requerida para calcular el uso total y mantener un seguimiento de los pedidos y recepciones, es necesaria la siguiente información:

Listas de existencias preestablecidas de larga duración que incluyan modelos de equipo y componentes, especificaciones, números de pedidos, pedidos mensuales, uso mensual esperado, existencias preestablecidas mensuales, meses transcurridos, cantidades y razones para almacenar. Tablas de uso de materiales para calcular totales para diferentes sistemas de aprovisionamiento, diferentes modelos de equipo, etc. Tablas que comparen pedidos y recepciones que muestren la situación de ambos conceptos.

Hay que diseñar un sistema de control para archivar y recuperar planos y esquemas de mantenimiento, planos de equipos, registros de equipos, planos detallados de piezas a inspeccionar, distribuciones de tuberías, diagramas de flujo, diagramas de cableado, listas de planos, catálogos, etc.

Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico. Para realizar el trabajo programado en el mantenimiento periódico (o basado en tiempo), es necesario tener preparado por anticipado unidades de reserva, piezas de repuesto, equipo de inspección, lubricantes y la información técnica necesaria (planos de detalle, etc.). Solo con esta preparación anticipada el trabajo de mantenimiento procede regularmente.

Siempre que se realice un trabajo de mantenimiento, hay que replantearse si es apropiado el intervalo y el tipo de trabajo programado. Siempre que falle el equipo antes de que transcurra el tiempo fijado para el mantenimiento, hay que analizar las razones y usar los resultados para revisar el intervalo de mantenimiento y las tareas a realizar antes del servicio siguiente. Seleccionar equipos y componentes para mantenimiento periódico. Se evalúa el equipo que se designó para mantenimiento planificado y se seleccionan para mantenimiento periódico las siguientes categorías de equipos:

*Equipos que, por ley, requieren inspección periódica.

*Equipos con intervalos de mantenimiento determinados por experiencia. Equipos que requieren verificaciones regulares como consecuencia de su importancia para el proceso.

*Equipos con intervalos de reemplazo preestablecidos en función de la vida de servicio de sus componentes.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

*Equipos, tales como los intercambiadores de calor, cuyo rendimiento empieza a deteriorarse después de un período conocido como resultado del crecimiento de incrustaciones y otros fenómenos.

*Equipo importante para el que es difícil o imposible detectar o corregir anomalías durante la operación relacionada con el mantenimiento, incluyendo estándares de diseño, informes técnicos, literatura importante, estándares de revisión, programas de cálculo de diseño mecánico, criterios diagnóstico de los equipos, y datos de análisis estructurales.

Preparación de planes de mantenimiento.

Los planes de mantenimiento deben basarse en los planes de producción a medio plazo (aproximadamente 5 años). Se detalla el mantenimiento con parada para la planta entera o sección junto con el mantenimiento periódico requerido para unidades individuales del equipo. Se incluyen planes de mantenimiento con parada; planes anuales, mensuales, semanales, y diarios; planes individuales; y planes para "mantenimiento de oportunidad" (mantenimiento realizado sobre máquinas siempre que paran por diversas razones). La severidad del deterioro del equipo depende de las condiciones de operación desde el último servicio. Antes de perfilar el plan de mantenimiento, se examina la información tal como los registros de revisión diaria y se anota cualquier cambio en las condiciones de operación.

Estándares de mantenimiento periódico.

Para asegurar que el personal realice el mantenimiento periódico con precisión y eficiencia y crear una sólida base de tecnología de mantenimiento, hay que elaborar las siguientes clases de estándares y actualizarlos cuando sea necesario:

Estándares de selección de materiales. Aunque se hayan seleccionado los mejores materiales cuando se diseñó originalmente el equipo, los cambios del proceso o de las propiedades de las primeras materias y materiales auxiliares pueden haber alterado la situación. En tales casos, conviene revisar los estándares originales.

Estándares de estimación de trabajos. A medida que se van empleando las últimas técnicas de mantenimiento, equipos y materiales, conviene replantearse las horas de trabajo y los costes de equipos y materiales para elaborar los nuevos estándares de tareas de mantenimiento tales como las siguientes:

*Maquinaria rotativa: montaje y desmontaje, reemplazo de piezas, ajustes y centrado, reemplazo de lubricantes, etc.

*columnas y tanques: retirar y reemplazar cubiertas, limpieza interna, retirar y reemplazar piezas internas, etc.

*Intercambiadores de calor: desmontaje y montaje, limpieza interna.

*Revisión de fugas en haces tabulares, etc.

*Hornos: retirada y reemplazo de quemadores, limpieza y reemplazo de tubos de calor, reparación de revestimientos del horno, etc.

*Tubería: retirada e instalación de bridas, placas de asiento y válvulas; reparación, reemplazo y limpieza interna de tubos, etc.

*Equipo eléctrico e instrumentación: reemplazo, pruebas, servicio, etc.

Estándares de control de piezas de repuesto. Las piezas de repuesto son esenciales para asegurar la fiabilidad del equipo, alargando su vida, y reduciendo los tiempos de parada. Por otra parte, los lotes innecesarios aumentan la inversión y los costes de almacenaje, de modo que es vital establecer estándares de control eficaces.

Las piezas de repuesto pueden clasificarse y controlarse de acuerdo con un esquema como el siguiente:

*Unidades de reserva (bombas, motores y otro equipo de reserva). El departamento de mantenimiento las debe controlar y mantener constantemente listas para uso.

*Componentes primarios (piezas rotativas de maquinaria importante, etc.). El departamento de mantenimiento debe controlarlos y revisarlos regularmente.

*Piezas generales (repuestos usados regularmente tales como cojinetes, pernos y tuercas). El departamento de almacenes debe controlar, usando un sistema de código fijo, la entrega de elementos tales como los cojinetes, y crear un sistema de entrega de paquetes con elementos múltiples para elementos como tuercas, pernos y similares.

*Herramientas y equipo de prueba. El departamento de mantenimiento debe controlar las herramientas y entregarlas en préstamo. El equipo de prueba debe controlarse por el departamento que lo utiliza.

Estándares de control de lubricantes. Comparados con otros productos petroquímicos, hay más marcas de lubricantes disponibles que especificaciones de productos distintos. La mayoría de las empresas simplemente compran la marca especificada por el fabricante de la máquina. Esto puede ser necesario al principio para no invalidar la garantía del rendimiento de la máquina. Sin embargo, así se incrementa gradualmente el número de diferentes tipos de lubricante en uso, lo que hace difícil hacer un seguimiento de los lubricantes. Los usuarios de equipos deben aprender a valorar la conveniencia y de los diferentes tipos de lubricante para diferentes tipos de uso, de modo que puedan preparar estándares de control de lubricantes y reducir el número de marcas que se emplean.

Estándares de seguridad. Hay que preparar estándares de seguridad para el trabajo de mantenimiento. Estos estándares se revisan parcialmente cada año, y se hace una revisión completa al menos una vez cada cinco años.

Mantenimiento con Parada.

El mantenimiento con parada es la actividad de mantenimiento más extensa en cualquier planta de proceso. Involucra mucho trabajo, empezando por la parada de la producción, purgar el sistema, revisar la seguridad, ejecutar y aceptar el trabajo de mantenimiento y construcción, preparar el arranque y, finalmente, reiniciar la producción.

El método WBS incluye las siguientes actividades:

Preparar una lista de operaciones a pie de obra en forma de red. El trabajo a pie de obra durante el mantenimiento con parada se retrasa usualmente por una multitud de sucesos no previstos tales como, el descubrimiento de deterioro inesperado, el retraso de la recepción de materiales y las condiciones atmosféricas adversas. La lista de operaciones del tipo de barras es menos útil en tales casos porque oculta las relaciones entre diferentes tareas y el efecto de los retrasos sobre el conjunto del proyecto.

Para evitar esto, se suele preparar un diagrama en forma de red que muestre claramente las relaciones entre las diferentes tareas. Hay que mantener una vigilancia constante sobre la ruta crítica (el cuello de botella del proceso global). Esta es la clave para acelerar eficazmente el proceso.

Preparar un diagrama de red. Se emplea un método de programación en red tal como el PERT o el CPM para preparar una lista de operaciones a pie de obra que muestre las tareas indicadas en el diagrama WBS. Hay que destacar los procesos cuello de botella.

Acortar el proceso. El proceso cuello de botella se acorta dándole prioridad en la asignación de personal y materiales, reduciendo los plazos de entrega de los materiales comprados y utilizando técnicas de preparación externa, esto es, reuniendo y montando herramientas, materiales, piezas y equipos necesarios para el trabajo con la mayor anticipación posible antes de la parada. Se usa el diagrama de red para evaluar el efecto de estos esfuerzos e identificar el siguiente cuello de botella. El proceso se repite una y otra vez para acortar el conjunto del programa.

Reducción de los costes del mantenimiento con parada. Hay que revisar el proceso para eliminar los gastos innecesarios de personal, materiales, energía eléctrica, alquiler de equipo, etc., de cada tarea. En particular, se investiga el desperdicio en costes de personal y alquileres de equipos que resulten de cambios de programa.

3.5 EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

El mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento basado en condiciones", utiliza equipos de diagnóstico para supervisar y diagnosticar las condiciones (estado, funciones y rendimiento) de los equipos productivos, de forma continua o intermitente durante la operación, en inspección durante la marcha y comprobando las señales de cambio con técnicas de inspección no destructivas. A pesar de que los fallos inesperados se reducen considerablemente si se establece un buen mantenimiento preventivo, realmente no se eliminan del todo, además de que se produce una pérdida de vida útil de los equipos mantenidos potencialmente grande.

El análisis de confiabilidad, matemáticamente se expresa por las fórmulas descritas abajo:

Si:

$R = \text{Confiabilidad.}$

$F = \text{Falibilidad.}$

$\lambda = \text{Tasa de fallas.}$

Entonces se puede definir:

$$F = 1 - R$$

$$\lambda = (dF/dt) / R$$

Todos estos parámetros son funciones del tiempo. En el caso de que no se cuente con ecuaciones para definir el parámetro F, entonces se pueden calcular los parámetros con diferencias finitas, obtenidas de experiencias prácticas (usualmente de órdenes de compra o salidas de almacén). Tales datos se pueden emplear para predecir:

1. La proporción de sobrevivientes en el tiempo t de una población inicial grande, que falla en el siguiente periodo de tiempo; o
2. La proporción esperada de sobrevivientes de una muestra que fallarán durante el siguiente intervalo de tiempo; o
3. La probabilidad de que un componente individual que haya sobrevivido hasta el tiempo t, fallará en el siguiente intervalo de tiempo.

El siguiente paso en la tecnología del mantenimiento es el mantenimiento predictivo. En la mayoría de las aplicaciones sería más adecuado llamarlo "mantenimiento basado en condición", ya que se basa en la determinación de las condiciones de la máquina en operación, basándose en el hecho de que la mayoría de las partes de la máquina darán un aviso antes de fallar. Para percibir los síntomas de los fallos, se requieren varias técnicas no destructivas.

Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo. A pesar de que los fallos inesperados se reducen considerablemente una vez que se ha establecido el mantenimiento periódico, realmente no se han eliminado del todo y se siguen produciendo, y, a veces, los costes de mantenimiento pueden incrementarse. Esto es consecuencia de que el mantenimiento periódico se basa en el tiempo y asume una tasa hipotética de deterioro del equipo. Sin embargo, no pueden establecerse intervalos de servicio óptimos sin medir la extensión del deterioro real de las diferentes unidades del equipo. Esto requiere un enfoque basado en condiciones, en el que la oportunidad y la naturaleza del mantenimiento necesario se basa en el deterioro real confirmado a través de diagnósticos del equipo. Para poner en práctica el mantenimiento predictivo o basado en condiciones, debe ser posible medir las características que indican fiablemente el deterioro (conocidas como "características sustitutivas"). Tales características pueden incluir la vibración, temperatura, presión, tasa de flujo, contaminación de lubricantes, reducción del espesor de paredes, crecimiento de defectos metalúrgicos, tasa de corrosión y resistencia eléctrica.

Introducción de los diagnósticos de equipos.

El mantenimiento predictivo incluye el uso de diagnósticos de los equipos. En este contexto, lo mejor es empezar con los diagnósticos basados en vibraciones, una técnica desarrollada en las industrias del acero y química. Primero, se establece el sistema que sigue para el diagnóstico de la maquinaria rotativa, y la aplicación del método se extiende después al equipo estático.

Diagnósticos de vibraciones en la maquinaria rotativa.

Paso 1: Se establece un equipo como núcleo inicial entrenando a estas personas para hacer buenos diagnósticos a partir de vibraciones.

Paso 2: Se designan ciertas unidades del equipo como modelos los diagnósticos de las vibraciones. Los miembros del equipo practican con estos equipos y enseñan a otras personas.

Paso 3: Se designan ciertas unidades del equipo dentro de cada lugar de trabajo como modelos para realizar diagnósticos a partir de vibraciones. En las industrias de proceso, las bombas de alimentación o los compresores de gas son probablemente los tipos de equipos más apropiados para esto, puesto que sus condiciones de operación y las propiedades de los materiales que manejan son razonablemente estables. En las industrias mecanizadas en general, todas las máquinas rotativas (diferentes de las alternantes, como prensas, robots, telares, etc.), son adecuadas para el diagnóstico por vibraciones, y solamente los criterios de costo del equipo y de relevancia para la producción, permitirán distinguir entre maquinaria que debe ser diagnosticada por vibraciones y la que puede ser diagnosticada por vibraciones.

Paso 4: Se establecen provisionalmente periodos y criterios para medir las vibraciones del equipo modelo. Para empezar, establecer periodos de aproximadamente uno, dos o tres meses.

Paso 5: Supervisar intensamente el equipo modelo durante el periodo establecido. Cuando se produce una gran dispersión en las mediciones, verificar el estado de la superficie en que se mide para determinar si se ha movido el punto de la medición o ha cambiado la presión de unión del instrumento de medida. Verificar también si ha cambiado la carga de la máquina, ha variado la tasa de rotación de la máquina, o si la máquina es resonante. Repetir después las mediciones.

Paso 6: El equipo inicial debe reunirse para discutir las técnicas de diagnóstico y los resultados. Hay que preparar materiales de estudio de casos y usarlos para formación.

Paso 7: Después de formar de este modo a cierto número de personas, establecer un sistema amplio de diagnósticos, realizar mediciones, analizar y coleccionar los resultados y difundir la técnica por toda la organización.

Introducción de los diagnósticos para el equipo estático.

En las industrias de proceso, el equipo estático varía considerablemente de tamaño desde pequeños agitadores y separadores a grandes columnas y tanques. Si se ignoran, los pequeños defectos en materiales o soldaduras en tales equipos pueden aumentar su magnitud y parar la producción o dar origen a grandes desastres. Es por tanto vital usar equipos de diagnóstico para descubrir, diagnosticar y predecir el deterioro.

3.6 METAS DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

✓ La meta más importante de cualquier programa de mantenimiento es la eliminación de algún desarreglo de la maquinaria. Muchas veces una avería grave causará daños serios, periféricos a la máquina, incrementando los costos de reparación. Una eliminación completa no es posible en la práctica en ese momento, pero se le puede acercar con una atención sistemática en el mantenimiento.

✓ El segundo propósito del mantenimiento es el de poder anticipar y planificar con precisión sus requerimientos. Eso quiere decir que se pueden reducir los inventarios de refacciones y que se puede eliminar la parte principal del trabajo en tiempo extra. Las reparaciones a los sistemas mecánicos se pueden planificar de manera ideal durante los paros programados de la planta.

✓ El tercer propósito es el de incrementar la disponibilidad para la producción de la planta, por medio de la reducción drástica de la posibilidad de algún paro durante el funcionamiento de la planta, y de mantener la capacidad operacional del sistema por medio de la reducción del tiempo de inactividad de las máquinas críticas. Idealmente, las condiciones de operación de todas las máquinas se deberían conocer y documentar.

✓ El último propósito del mantenimiento es de permitir al personal de mantenimiento el trabajar durante horas de trabajo predecibles y razonables.

3.7 PANORAMA HISTORICO DE MANTENIMIENTO.

Con el propósito de obtener una cierta perspectiva acerca de los programas de mantenimiento modernos, examinaremos un poco más de cerca la historia de las prácticas de mantenimiento.

El primer tipo de mantenimiento era de funcionamiento-hasta-fallar, en donde la máquina funcionaba hasta que una falla venía a interrumpir el servicio. Eso es obviamente una política costosa. La mayor parte del costo está representada por lo impredecible del estado de la máquina. Es sorprendente enterarse de que gran parte del mantenimiento del día de hoy es de este tipo.

Por fin, la gente de mantenimiento encontró la idea del mantenimiento periódico preventivo, en donde las máquinas son desarmadas y reacondicionadas según programas regulares. La teoría es que si se reacondicionan las máquinas antes de que se termine su duración de vida esperada, no presentarán fallas en servicio. El mantenimiento preventivo ya existió por mucho tiempo, pero se hizo mucho más importante en los años 1980. En los últimos 10 años, el mantenimiento predictivo se hizo muy popular. Eso es el mantenimiento en que solamente se va a componer una máquina cuando se sabe que presenta una falla.

No se interfiere con máquinas que funcionan bien, basándose en la teoría: "Si algo no está roto, no hay que repararlo"¹³.

La innovación más reciente en mantenimiento se llama mantenimiento proactivo, e incluye una técnica llamada "Análisis de Causas Fundamentales de Fallas" en la que se busca y corrige la causa fundamental de una falla en la máquina. En 1991 se hizo una medición internacional del mantenimiento en la mayoría de plantas industriales. Encontraron que las cuatro técnicas de mantenimiento mencionados anteriormente estaban en uso en los porcentajes que mencionamos a continuación:

- Más de la mitad de horas de mantenimiento se usan en el modo reactivo, realizando reparaciones de emergencia, no programadas.
- Menos del 10% de las horas se usan en mantenimiento preventivo.
- Menos del 40% del mantenimiento es predictivo.
- Muy poco tiempo se usa en técnicas proactivas.

Componentes de un Programa de Mantenimiento.

❖ Mantenimiento: Funcionar - hasta - fallar.

El mantenimiento de funcionamiento-hasta-fallar a veces se llama "mantenimiento de crisis" o "mantenimiento histórico" por buenas razones. Por mucho tiempo este fue la forma dominante de mantenimiento y sus costos son relativamente elevados, debido a los tiempos de inactividad no programados, maquinaria dañada y gastos de tiempo extra. De esta manera, la gerencia y el departamento de mantenimiento son controlados por los caprichos de sus máquinas, y el estado actual del parque de máquinas de la planta solamente se conoce de una manera imprecisa. Esto hace casi imposible planificar las necesidades de mantenimiento, y lo que es peor, predecir el estado general de disponibilidad del sistema. El mantenimiento de funcionamiento-hasta-fallar debería representar una pequeña parte de un programa moderno, pero hay algunas situaciones donde tiene sentido. Un ejemplo es una planta con un gran número de máquinas singulares, que no son caras para reemplazar o reparar. Cuando una falla, otras están programadas para tomar su lugar y la producción no se ve muy afectada.

❖ Mantenimiento periódico preventivo.

Desde el funcionamiento-hasta-fallar progresamos al mantenimiento periódico preventivo que a veces es llamado "mantenimiento histórico". En este tipo se analizan las historias de cada máquina y se programan reacondicionamientos periódicos antes de que ocurran los problemas que estadísticamente se pueden esperar.

¹³ Nakajima Seijichi; Introducción al TPM. Mantenimiento Productivo Total; Productivity 1999.

Ya se sabe desde hace mucho que grupos de máquinas similares van a tener proporciones de fallas que se pueden predecir hasta cierto punto, si se toman promedios durante un tiempo largo. Esto produce "la curva de la bañera" que relaciona la proporción de fallas al tiempo de operación y que se muestra en la figura 3.5. Si esta curva es aplicable a todas las máquinas del grupo, y si la forma de la curva es conocida, se podría usar el mantenimiento preventivo de manera ventajosa. El mantenimiento preventivo también incluye actividades como el cambio del aceite y de los filtros, y la limpieza e inspección periódica. La actividad de mantenimiento se puede planificar en base, al tiempo del calendario o a horas de operación de la máquina, cantidad de partes producidas etc.

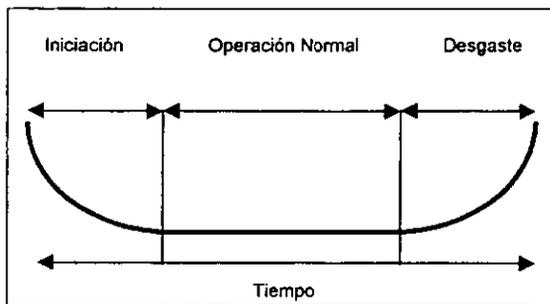


Figura 3.5 La curva de la bañera

❖ **Mantenimiento predictivo.**

El siguiente paso fue la llegada del mantenimiento predictivo, basado en la determinación del estado de la máquina en operación. Esta basada en el hecho que la mayoría de partes de la máquina darán un tipo de aviso antes de que fallen y para percibir los síntomas se requieren varias pruebas no destructivas, tales como: análisis de aceite, de desgaste de partículas, de vibraciones y medición de temperaturas. El uso de estas técnicas, para determinar el estado de la máquina dará como resultado un mantenimiento mucho más eficiente, en comparación con los tipos de mantenimiento anteriores. El mantto. predictivo permite que la gerencia tenga el control de máquinas y programas de mantenimiento y no al revés. En una planta donde se usa el mantto. predictivo el estado general de las máquinas puede ser conocido en cualquier momento y es posible una planificación más precisa. El mantenimiento predictivo usa varias disciplinas. La más importante de estas es el análisis periódico de vibraciones. Se ha demostrado que de todas las pruebas no destructivas que se pueden llevar a cabo en una máquina, la firma de vibraciones proporciona la cantidad de información más importante acerca de su funcionamiento interno.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

En algunas máquinas que podrían afectar de manera adversa las operaciones de la planta si llegaran a fallar, se puede instalar un monitor de vibración continuo. En este monitor, una alarma se prenderá cuando el nivel de vibraciones rebasa un valor predeterminado. De esta manera se evitan fallas que progresan rápidamente, y causan un paro catastrófico. La mayoría del equipo moderno accionado por turbinas se vigila de esta manera.

El análisis de aceite y el análisis de partículas de desgaste son partes importantes de los programas predictivos modernos, especialmente en equipo crítico o muy caro.

La termografía es la medición de temperaturas de superficie por detección infrarroja. Es muy útil en la detección de problemas en interruptores y áreas de acceso difícil. El análisis de la firma de motor es otra técnica muy útil que permite detectar barras de rotor agrietadas o rotas, con el motor en operación. La prueba de sobretensión de los estatores de motor se usa para detectar una falla incipiente en el aislamiento eléctrico.

Ventajas del Mantenimiento predictivo.

La ventaja más importante del mantenimiento predictivo de equipo industrial mecánico es un grado de preparación más alto de la planta, debido a una confiabilidad más alta del equipo. El establecer una tendencia sobre tiempo de las fallas que se empiezan a desarrollar se puede hacer con precisión y las operaciones de mantenimiento se pueden planificar de tal manera que coincidan con paros programados de la planta.

Otra ventaja del mantenimiento predictivo son los gastos reducidos para refacciones y mano de obra. La reparación de una máquina con una falla en servicio costará diez veces lo que cuesta una reparación anticipada y programada. Un gran número de máquinas presentan fallas al arrancar, debido a defectos que provienen de una instalación incorrecta. Las técnicas predictivas se pueden usar para asegurar una alineación correcta y la integridad general de la máquina instalada, cuando se pone en servicio. La aceptación de maquinaria nueva está basada para muchas plantas en la revisión proporcionada por el análisis de vibraciones. El mantenimiento predictivo reduce la probabilidad de un paro catastrófico, y esto será una seguridad mayor para los trabajadores.

Mantenimiento Proactivo.

La última innovación en el campo del mantenimiento predictivo es el mantenimiento proactivo, que usa gran cantidad de técnicas para alargar la duración de operación. La parte mayor de un programa proactivo es el análisis de las causas fundamentales de las fallas en máquinas. Esas causas fundamentales se pueden remediar y los mecanismos de falla se pueden eliminar gradualmente en cada máquina.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El desbalanceo y la desalineación son causas fundamentales de la mayoría de las fallas en máquinas, estos fenómenos provocan una carga en los rodamientos con fuerzas indebidas y acortan su vida útil. En vez de reemplazar continuamente rodamientos gastados en una máquina, una mejor política sería llevar a cabo un balanceo y alineación de precisión y verificar los resultados por medio de un análisis de la firma de vibraciones.

Instalaciones nuevas.

Muchas máquinas recién instaladas tienen defectos que van desde instalaciones incorrectas por una colocación defectuosa de las patas y una alineación incorrecta, hasta partes defectuosas en la máquina, como rodamientos, flechas con flexión, etc. Un programa de mantenimiento proactivo incluirá el probar las nuevas instalaciones con el propósito de la certificación y de la comprobación de que la marcha de la máquina se haga según normas estrictas. Esto también aplica a maquinaria reconstruida o reacondicionada y esto puede llevar a establecer especificaciones y tolerancias de funcionamiento más estrictas que las del constructor de la maquinaria. Una parte esencial de la política proactiva es la capacitación de personal de mantenimiento en la aplicación de los principios básicos.

Ventajas del Mantenimiento proactivo.

Un programa de mantenimiento proactivo exitoso eliminará gradualmente los problemas de la máquina a través de un periodo de tiempo, resultando así una prolongación importante de la vida útil de la máquina, una reducción del tiempo de inmovilización y una capacidad de producción extendida. Una de las mejoras características de la política es que sus técnicas son extensiones naturales de las que se usan en un programa predictivo y que se pueden agregar fácilmente a programas existentes. En nuestros días es necesaria una política de mantenimiento equilibrada que incluya el uso apropiado de métodos preventivos, predictivos y proactivos. Estos elementos no son independientes pero deben ser partes integrantes de un programa de mantenimiento unificado¹⁴.

3.8 MEDIDAS DE EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

Las actividades del TPM se han diseminado ampliamente y fijado en las compañías japonesas, y ahora se están esparciendo al mundo. Como tales, están ahora siendo seleccionadas con mucha atención. La razón para la alta evaluación que se le da a las actividades del TPM es que éstas han conseguido resultados positivos.

¹⁴ Nakajima Seiichi; Programa de desarrollo del TPM; Implementación TPM; Productivity 1999.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Como resultado de los esfuerzos para fijar los objetivos de las capas individuales, a nivel del círculo (línea frontal), a nivel de la subgerencia de departamento, a nivel de gerentes de área o de departamentos y a nivel del gerente de la planta; para lanzar actividades específicas en estos niveles; y para alcanzar los objetivos mediante las acciones unidas de todos los integrantes. El TPM requiere preparación que muestre contribuciones para los resultados de la gerencia corporativa, que muestre problemas, si las contribuciones para los resultados son pequeñas, y que muestre formas de resolver dichos problemas. El arreglo global debe ser tal que los objetivos operacionales y del TPM estén unificados.

Indicadores de logros.

Nivel del gerente de planta

1. Costos de manufactura.
2. Gastos de manufactura.
3. Productividad de mano de obra.
4. Productividad del valor agregado.
5. Tasa de reducción de la mano de obra.
6. Cantidad de mejora en las ganancias.
7. Tasa de reducción del trabajo en proceso.
8. Vueltas al trabajo en proceso.
9. Número de quejas.
10. Seguridad (número de accidentes que resultan en días de trabajo perdidos).

Niveles de las gerencias de área o de departamento

1. Eficiencia total del equipo.
2. Productividad de salida por hora.
3. Productividad de la mano de obra.
4. Costos de manufactura.
5. Recorte de gastos por producto.
6. Gastos de materiales, costos de fallas.
7. Tasa de operación (número de unidades, horas).
8. Tasa de operación sola con éxito.
9. Tasa de reducción de la mano de obra (tasa de mejora de la eficiencia y de automatización).
10. Tasa de reducción de los gastos de manufactura.
11. Gastos de mantenimiento.
12. Número de quejas.
13. Pérdidas en herramientas, dados y dispositivos de sujeción.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

14. Energía.
15. Seguridad.
16. Efectos acumulados del KOBETSU-KAIZEN (cantidad monetaria).
17. Pérdidas por merma de material.
18. Número de propuestas.

Nivel de la subgerencia de departamento

1. Cambios en las pérdidas por paros.
2. Número de fallas.
3. Tiempo de mejora de preparación.
4. Tiempo de intercambio del corte.
5. Tiempo de arranque.
6. Número de mejoras de paros menores.
7. Número de mejoras de las pérdidas por reducción de velocidad.
8. Número de defectos o retrabajos.
9. Tasa de utilización del tiempo.
10. Tasa de utilización de la capacidad.
11. Tasa de partes sin defectos (productos).
12. Efectos acumulados del KOBETSU-KAIZEN (cantidad monetaria).
13. Número de temas resueltos mediante el KOBETSU-KAIZEN.
14. Tasa de reducción de la mano de obra.
15. Reducción de las horas hombre.
16. Número de propuestas.

Nivel de círculo

1. Reducción del tiempo de limpieza.
2. Reducción del tiempo de lubricación e inspección.
3. Reducción del volumen de aceite abastecido.
4. Número acumulado de mejoras menores.
5. Número de casos exitosos para encontrar problemas.
6. Número de análisis de fallas.
7. Número de mejoras de paros menores y sus cambios.
8. Tiempo de mejora de PREPARACION y sus cambios (por día).
9. Cambios en el tiempo de reemplazo de herramientas.

Acciones

Nivel del gerente de planta

1. ¿Se fijaron los objetivos basados en el gerente de departamento?
2. ¿Qué apoyo debe darse a un departamento que no alcanza los objetivos?
3. ¿Se lograron los objetivos?
4. En el caso de falla en conseguirlos: ¿Cuáles son los problemas a ser resueltos por el gerente, subgerente, o que departamento debe apoyar?
5. En el caso de logros: ¿Cuál es el grado de contribución para alcanzar los objetivos de la gerencia de planta?. ¿Cuáles son los problemas que deben ser resueltos para lograr mejoras más profundas?

Nivel del subgerente de departamento

1. ¿Se alcanzaron los objetivos?
2. ¿Cuáles son las preocupaciones para reflexionar como subgerente de departamento?
3. ¿Cambió la estructura de las pérdidas?
4. ¿Cuáles son las pérdidas que deben ser atacadas en el futuro?
5. ¿Cuáles son las pérdidas prioritarias?
6. Tomando en cuenta los problemas a ser resueltos por los subgerentes de departamentos:
 - *¿Pueden ser resueltos sin ayuda?
 - *¿Qué problemas requieren cooperación de otros departamentos?
 - *¿Cuáles son los puntos débiles tecnológicamente para resolver los problemas?
7. ¿Los resultados de las actividades del círculo están reflejados en los indicadores de la subgerencia?
8. ¿Se aprobaron las actividades del círculo como son?
9. ¿Existe cualquier tipo de deficiencias en las actividades del círculo?

Direcciones de la medición de los efectos de las actividades del TPM

Para dimensionar la efectividad de las actividades del TPM, los resultados deben ser medidos y evaluados con el fin de averiguar si las contribuciones de los esfuerzos individuales impactaron en los resultados. A continuación se muestran las direcciones de la medición de los efectos de las actividades del TPM.

*Saber si las actividades de los escalones individuales llevaron a resultados positivos.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

*Saber si las tareas prioritarias pueden ser detectadas de los resultados. Las tareas prioritarias a ser conseguidas, si no se alcanzaron los objetivos. Tareas prioritarias para mejoras a profundidad, si se alcanzaron los objetivos.

*Permitir la evaluación de la forma en que están conectados los resultados, basados en el escalón a la mejora de la utilidad y reducción de costos para toda la planta.

*Saber los problemas prioritarios para los escalones individuales.

Los indicadores de logros están sistematizados consistentemente para los escalones individuales (círculo, subgerente de departamento, gerente de área o de departamento, niveles de la gerencia de planta.

Efectos del TPM y medidas y evaluación (toda la gerencia)

Toda la administración

1. Ventas = valores actuales.
2. Ingresos recurrentes = ingresos de operación + ingresos de no operación - gastos de no operación.
3. Tasa del ingreso neto para el capital total = $(\text{ingresos (antes de impuestos)} / \text{capital total}) * 100$.
4. Productividad de valor agregado = $\text{valor agregado anual} / \text{número de empleados}$.
5. Tasa de vueltas del activo fijo = $\text{ventas netas} / \text{activos fijos}$.
(Este indicador muestra el grado de utilización de los activos fijos; mientras más alta sea esta tasa, más suficientemente se utilizan los equipos y las instalaciones).
6. Número de nuevos productos y desarrollos tecnológicos actuales.
7. Tasa de utilidad del valor neto = $(\text{utilidad neta anual} / \text{ventas del periodo}) * 100$.
8. Utilidad neta per cápita anual = $(\text{utilidad neta anual} / \text{número de empleados}) * 100$.
9. Ingresos netos de ventas = $(\text{utilidad neta} / \text{ventas del periodo}) * 100$.
10. Tasa de innovación de utilidad = $(\text{ventas de productos desarrollados en los tres años anteriores} / \text{ventas totales de productos}) * 100$.

Producción.

1. Productividad = $\text{gastos de producción (valor de la producción)} / \text{número de trabajadores (horas de trabajo total)}$.
2. Volumen de salida por unidad de mano de obra.
3. Eficiencia total del equipo = $\text{disponibilidad} * \text{tasa de desempeño} * \text{tasa de productos de calidad}$.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

4. Grado de contribuciones de las instalaciones y equipos actuales para el tiempo condescendiente del producto, visto totalmente desde los aspectos del tiempo, velocidad y calidad.
5. Disponibilidad = $(\text{tiempo de carga} - \text{tiempo muerto}) / \text{tiempo de carga}$.
6. La tasa del tiempo de operación al tiempo de carga quitando el tiempo muerto del equipo (fallas, preparación y ajustes).
7. Tasa de desempeño = $[\text{salida por el tiempo de ciclo actual} / (\text{tiempo de carga} - \text{tiempo muerto})] * (\text{tiempo de ciclo estándar} / \text{tiempo de ciclo actual})$.
8. Indicadores para pérdidas de velocidad; cálculos de pérdidas de velocidad que nos indican la tasa del tiempo de utilización.
9. Tasa de productos de calidad = $(\text{número de partes de entrada} - \text{número de partes defectuosas}) / \text{número de partes de entrada}$.
10. Tasa del número de partes no defectuosas (productos) al número de partes de entrada (productos).
11. Número de fallas = valores actuales.
12. Número de fallas esporádicas.
13. Tasa de duración de fallas = $(\text{tiempo muerto total} * \text{fallas} / \text{tiempo total de carga}) * 100$.
14. La tasa del tiempo cuando el equipo se detiene debido a fallas.
15. Tasa de frecuencia de fallas = $(\text{número de tiempo muerto} / \text{tiempo total de carga}) * 100$.
16. Tasa de la ocurrencia de fallas * tiempo de carga.
17. Tiempo principal / fallas tiempo total de operación / número de paros.
18. Tiempo de operación promedio / fallas.
19. Tiempo principal de las reparaciones = $\text{tiempo total de reparación} / \text{número de reparaciones}$.
20. Tiempo de reparación promedio.
21. Tiempo de preparación = valores actuales.
22. Número de paros menores = valores actuales.
23. Tasa de equipamiento de la mano de obra = $(\text{equipo y maquinaria mas herramientas y sujetadores} + \text{vehículos y equipos de transporte}) / \text{número de empleados}$.
24. Eficiencia de la inversión del capital = $(\text{cantidad total procesada} / \text{capital del equipo}) * 100$.
25. Proporción del capital del equipo en la cantidad total procesada; un indicador de la productividad del capital.
26. Tasa de logros del mantenimiento planeado = $(\text{número de casos implantados} / \text{número de casos del mantenimiento planeado}) * 100$.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

27. Tasa del mantenimiento preventivo = $[(\text{gastos del mantenimiento preventivo} + \text{gastos del mantenimiento correctivo}) / (\text{gastos de mantenimiento preventivo} + \text{gastos del mantenimiento correctivo} + \text{gastos del mantenimiento base})] * 100$.
28. Tasa de automatización = $(\text{número de trabajos elementales automatizados} / \text{total de número de trabajos elementales}) * 100$.
29. La proporción de tareas elementales automatizadas dentro del trabajo elemental total en los equipos y líneas; el trabajo elemental representa cinco rubros: montaje, procesado, inspección de calidad, desmontaje y transporte de productos.
30. Turnos para la operación aislada = tasa residual durante la operación nocturna / diurna.
31. Retrabajo.
32. Mermas.

Calidad

1. Defectos en el proceso = valores actuales.
2. Número de quejas = valores actuales.
3. Proporción de rechazos de productos entregados anteriormente = $(\text{número rechazos de unidades entregadas anteriormente} / \text{número de unidades entregadas}) * 106$ (PPM).
4. Evaluación de calidad = punto de equilibrio de calidad - $(\text{costo de inspección por unidad de producto} / \text{pérdidas generadas de una unidad defectuosa})$.
5. Cantidad de quejas del mercado = valores actuales.

Costo

1. Gastos de modernización = valores actuales.
2. Gastos de mantenimiento = valores actuales.
3. Vueltas al capital = $\text{ventas netas} / \text{activos fijos}$.
4. Un indicador del grado de la utilización de los activos fijos; mientras más alto sea el número de vueltas, son más utilizados los activos del equipo.
5. Cantidad de disposición de activos fijos.
6. Tasa de depreciación = $(\text{costos de depreciación} / \text{activos fijos}) * 100$.

Entregas

1. Número de días de retraso = $\text{fecha actual de entrega} - \text{fecha prometida de entrega}$.
2. Número de días que el producto es retenido = $\text{retraso promedio del producto} / \text{ventas mensuales promedio}$.

Seguridad e higiene.

1. Proporción de la frecuencia de accidentes = (número de accidentes que resultan en días de trabajo perdidos / horas de trabajo) * 100.
2. Un indicador de la frecuencia en que ocurren accidentes; número de casos en 1,000,000 de horas de trabajo.
3. Proporción de duración de accidentes = (número de días de trabajo perdidos entre total de horas de trabajo) * 1000 horas.

Educación y moral

1. Horas de actividad del círculo = valores actuales.
2. Número de reuniones del círculo = valores actuales.
3. Número de propuestas de mejora = valores actuales.
4. Número de presentaciones externas valores actuales.
5. Calificaciones y certificación = valores actuales.
6. Número de operaciones erróneas = valores actuales.
7. Número de aprendices = valores actuales.
8. Tiempo para encontrar los documentos necesarios = valores actuales.
9. Proporción del Jishu-Hozen = (número de casos de reparaciones por el operador / número total de fallas) * 100.

3.9 EJEMPLOS DE EFICACIA DEL TPM.

El TPM tiene dos metas: cero averías y cero defectos. Cuando las averías y los defectos se eliminan, mejora el índice operativo del equipo, se reducen los costos, se pueden minimizar los inventarios y, como consecuencia, aumenta la productividad de la mano de obra. Normalmente se requieren tres años desde la introducción del TPM hasta que se obtienen resultados óptimos. Además, en las primeras fases del TPM la compañía debe soportar los gastos adicionales de restaurar las condiciones apropiadas de los equipos y formar al personal. El costo real depende de la calidad inicial del equipo, los conocimientos técnicos y la experiencia del personal de mantenimiento. Sin embargo, a medida que la productividad crece, se acortan rápidamente estos costos. Por esta razón, cuando se habla de TPM, se utiliza a menudo la expresión «PM rentable».

Maximización de la efectividad de los equipos

La meta principal de toda actividad de mejora de una fábrica es aumentar la productividad minimizando el "input" y maximizando el "output".

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El "output" no comprende solamente el incremento de la productividad, sino también la mejora de calidad, costos más bajos, entrega en plazo, mayor seguridad e higiene industrial, moral más alta y un entorno de trabajo más favorable. La relación entre "input" y "output" se puede visualizar como una matriz (ver figura 3.6). Los trabajadores, la maquinaria y el material se combinan como "input", mientras el "output" consiste en PQCDMS - producción (P), calidad (Q), costo (C), entrega (D), seguridad, higiene y entorno (control de contaminación) (S) y moral y relaciones humanas (M). En la columna de la derecha figura el método por el que se regula cada factor del "output". Los factores del "input" se determinan por la distribución de la mano de obra, la ingeniería y el mantenimiento de plantas, así como el control de inventarios.

Input	Dinero			Métodos de Dirección
Output	Hombres	Máquinas	Materiales	
Producción (P)	→	→	→	Control de Producción
Calidad (Q)	→	→	→	Control de Calidad
Coste (C)	→	→	→	Control de Costes
Entrega (D)	→	→	→	Control de Entregas
Seguridad (S)	→	→	→	Seguridad y Polución
Moral (M)	→	→	→	Relaciones Humanos
	Asignación Personal	Ingeniería y Mantenimiento Planta	Control de Stocks	Productividad= Output / Input

3.6 Relación "input"- "output" en un Sistema Productivo.

Relaciones entre Input y output en actividades producción

Según esta matriz, es obvio que la ingeniería y el mantenimiento de planta están directamente relacionados con todos los factores de "output" (PQCDMS). Con el aumento de la automatización y la reducción del personal, la producción pasa de las manos de los trabajadores a la maquinaria. Al llegar a este punto, el equipo y la maquinaria son factores cruciales para el incremento del "output". La productividad, calidad, costo y entrega, así como la seguridad, higiene, entorno y moral están todos considerablemente influidos por las condiciones del equipo. La meta del TPM es intensificar la eficacia del equipo y maximizar su "output" (PQCDMS). Se esfuerza en lograr y mantener unas condiciones óptimas del equipo para evitar averías imprevistas, pérdidas de velocidad y defectos de calidad en los procesos.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

La eficacia en su conjunto, incluyendo la eficacia económica, se consigue minimizando el costo de la conservación y mantenimiento de las condiciones de los equipos a través de toda su vida útil, en otras palabras, minimizando el costo del ciclo de vida (LCC).

La eficacia del equipo se maximiza y el costo del ciclo de vida útil se minimiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la compañía para eliminar las «seis grandes pérdidas» siguientes, que restan eficacia al equipo.

Tiempo muerto

1. Averías debidas a fallos del equipo.
2. Preparación y ajustes

Pérdidas de velocidad.

1. Tiempo en vacío y paradas cortas
2. Velocidad reducida (diferencia entre velocidad prevista y actual).

Defectos

1. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
2. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de máquinas y la producción estable.

3.10 JISHU-HOZEN Y KOBETSU-KAIZEN.

Jishu-Hozen significa actividades del operador que utilizan mantenimiento para conducir personalmente dichas actividades, incluyendo limpieza, lubricación e inspección, de este modo aumentar la eficiencia de la producción a su límite. Tales actividades evitarán el deterioro forzado del equipo. Por lo tanto, el Jishu-Hozen representa actividades para eliminar completamente las fallas, paros menores, defectos y otras pérdidas para restablecer el equipo a sus condiciones deseables, mantenerlo, mejorarlo y, al mismo tiempo, desarrollar personal altamente calificado en las operaciones y mejoras del equipo. El Jishu-Hozen es el trabajo del operador por sí mismo. Es llevado a cabo bajo el método de las actividades de grupos pequeños estrechamente unido con la estructura gerencial. Representa una característica principal del TPM. El TPM está diseñado para buscar la eficiencia de los sistemas de producción a su límite tomando en cuenta la mejora estructural del corporativo, basado en la mejora constitucional del personal y las instalaciones, el Jishu-Hozen por sí mismo significa la mejora constitucional del personal y las instalaciones. Esto envuelve el cambio de la forma de pensar y comportamientos del trabajador.

Para lograr esto, primero se remplazó el concepto de la división del trabajo entre operación y mantenimiento, representado por la visión: "yo soy un operador, y tú, un empleado de mantenimiento: "arrégalo" por el pensamiento de proteger nuestros equipos por nosotros mismos". Para convertir este pensamiento en acción, el desarrollo del personal calificado en las operaciones y mejora del equipo es impulsado para, alentar al personal, quien está versado en la estructura y función de las instalaciones y ha adquirido las habilidades de mantenimiento para aplicarlas en la mejora¹⁵.

Para la reforma estructural del personal, es altamente efectivo traer la mejora de la estructura de equipos que están siendo actualmente utilizados. En el Jishu-Hozen, como primer paso para proteger el equipo por uno mismo, el trabajo debe iniciar con mejoras de las condiciones básicas del equipo que está siendo utilizado (limpieza y lubricación). Posteriormente, basados en el método de los pasos, la mejora estructural del equipo debe ser efectuada para que esté en la forma en que debería estar. Como resultado, la eficiencia total del equipo mejorará grandemente, y el operador experimentará personalmente el efecto de Jishu-Hozen, así que su estructura cambiará para proteger su propio equipo por sí mismo. Por lo tanto, en el Jishu-Hozen, la mejora constitucional del personal y del equipo proceden simultáneamente. También, el Jishu-Hozen es una actividad de autoadministración por grupos pequeños en el área de trabajo. Las claves para la activación de los grupos pequeños son "moral, habilidades y lugares para acciones". El prerrequisito es la creación de los lugares para las acciones, e introduciendo solamente el Jishu-Hozen probó ser inefectivo. Debe ser promocionado como uno de los ocho pilares del TPM. Mediante el desarrollo del Jishu-Hozen, las habilidades y entusiasmo del operador se incrementan. Literalmente, estará habilitado para administrar su trabajo de forma autónoma. En el Jishu-Hozen, un grupo pequeño fija sus objetivos para alcanzar los objetivos corporativos; utiliza el equipo como su herramienta para alcanzar el objetivo; y toma las actividades de producción y mejora. Por lo tanto, sin precedentes, se pueden lograr resultados que resaltan, y resultará en la activación basada en la satisfacción del deseo para crecer y autorealizarse. El Jishu-Hozen es la práctica de participación en la administración y respeto para la humanidad.

La necesidad del Jishu-Hozen

Después de la segunda guerra mundial, Japón introdujo el sistema americano del mantenimiento preventivo y el método de separar operación y mantenimiento en las actividades de producción. En este método el operador está dedicado a manufactura, dejando el trabajo de mantenimiento al personal especializado.

¹⁵ Shirose Kunio; TPM para operarios; Productivity 1999.

Como resultado, se fijó la división del trabajo. Sin embargo, como ha progresado rápidamente la automatización de la producción por las computadoras y robots, y los equipos han sido actualizados, las líneas automáticas se detienen debido a fallas y paros menores, con un deterioro en la eficiencia de las plantas que han hecho enormes inversiones. Además, la variedad de productos, lotes pequeños de producción, para tratar con la diversificación, causa pérdidas por tiempo muerto con muchos cambios frecuentes y ajustes, lo cual empeora la eficiencia. Debido al alto crecimiento de Japón en la posguerra, los operadores y personal de mantenimiento fueron puestos en las áreas de producción sin haber sido entrenados suficientemente tomando en cuenta las funciones y estructuras de los equipos o habilidades de mantenimiento. Aunado a esto, la reducción del personal se promovió por los sistemas de producción automatizados. El operador estaba dedicado a la producción, y si ocurría algún problema la preocupación se le dejaba a mantenimiento, pero más tarde sufrían por recortes en cantidad y calidad, lo cual declinaba aceleradamente de las líneas de producción automáticas avanzadas.

Método para el desarrollo del Jishu-Hozen

Una característica del TPM es ejecutar el Jishu-Hozen bajo la fórmula de los pasos. En términos generales, se ha esparcido el desarrollo basado en los siete pasos. Estos pasos son adecuados para la industria continua y de maquinado, y los pasos apropiados son vistos desde el punto de vista respectivo de la industria de ensamble y continua.

Paso 1: Limpieza inicial (limpieza e inspección). Mediante la eliminación total de la tierra, mugre, etc., desde el interior de las cubiertas y de todas las esquinas del equipo, se detecta y se corrige en los equipos los defectos latentes y no conformidades para restaurarlos, lubricarlos y mejorarlos mediante la limpieza, y motivar que se prevengan deterioros forzados.

Paso 2: Contramedidas para las fuentes de contaminación y las áreas de difícil acceso. Detectar las fuentes de mugre y manchas, prevenir que se acumule la mugre y mejorar las áreas de difícil acceso para limpiarlas, lubricarlas o inspeccionarlas, y acortar el tiempo para actividades.

Paso 3: Preparación de los estándares tentativos para el Jishu-Hozen. Preparar estándares de acción para ser observados por uno mismo, para que la limpieza, lubricación e inspección pueda ser realmente desempeñada en un periodo de tiempo corto.

Paso 4: Inspección general. Para mejorar la eficiencia del equipo a su límite, entender la estructura, funciones y principios, y como debería estar el equipo; inspeccionar el mecanismo principal y las partes que constituyen al equipo con los ojos de un operador calificado en operaciones y mejora sin excepción; detectar defectos latentes; y restaurar o mejorar el equipo a sus condiciones deseadas.

Paso 5: Inspección autónoma. Revisar los estándares tentativos autónomos y de inspección general, recabar los estándares del Jishu-Hozen que ayudan a la eficiencia de la inspección y prevención de errores de inspección, y mantienen el equipo en sus condiciones deseables.

Paso 6: Estandarización. Los artículos a ser controlados en las áreas de trabajo contemplan la materia prima y productos, herramientas, dados y dispositivos de sujeción, instrumentos de medición, salidas de inspección y limpieza y equipo de transporte, además de las instalaciones. También incluyen estándares escritos y registros. Se revisan y estandarizan, y se lucha para lograr cero pérdidas.

Paso 7: Implantación completa de la autoadministración. Con autoseguridad, basados en logros pasados mediante cambio de equipo, personal, talleres, y conducción completamente autónoma de la administración, por ejemplo, las actividades para mantener y mejorar el propio lugar de trabajo por uno mismo.

Auditoría (diagnóstico) del Jishu-Hozen

Actuando como auditores para cada paso, los gerentes y los integrantes del personal deben juzgar si los grupos y las actividades del Jishu-Hozen son aceptables. Si se acredita la auditoría, se otorga un certificado al grupo pequeño en esa área de trabajo motivándolos para que continúen con el siguiente paso. La sensación que tienen de lograr concluir un paso ayuda a mantener su moral.

Actividades del Jishu-Hozen para departamentos de oficina

También es un punto clave en los departamentos indirectos la formación de los arreglos del Jishu-Hozen, así como lo es para el área de manufactura. Para manejar el trabajo de forma efectiva y suave, el personal que tiene oficina debe convertirse voluntariamente en personal calificado en el trabajo de oficina. La implantación de la fórmula de los pasos y las tres herramientas para la promoción (lecciones de un punto, reuniones y los tableros con los boletines de las actividades) son importantes para la promoción, teniendo los siguientes objetivos.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

* Mejora, establecimiento y administración de las condiciones básicas para el trabajo de oficina.

* Desarrollo de personal calificado para el trabajo de oficina y la mejora. Las actividades del Jishu-Hozen en el área de oficina consisten en esfuerzos en los aspectos funcionales y ambientales. Significa esfuerzos para eliminar la no conformidad del dispositivo y equipo de oficina, y realizar y mantener el estado en el cual la operación es correcta; también, busca realizar a las oficinas para que materialicen y mantengan una alta eficiencia y ambientes de trabajo creativos, mediante la mejora de los alrededores y la eliminación del estrés psicológico y fisiológico en la gente. Estas actividades deben fomentar el desarrollo de personal calificado en este tipo de trabajo, con autodisciplina y capacidad de mejora.

Kobetsu-Kaizen

El Kobetsu-Kaizen se refiere a la mejora individual para profundizar en la eficiencia de los sistemas de producción. Esto significa esfuerzos para seleccionar un equipo o línea modelo y afrontar el reto de lograr el objetivo de cero pérdidas mediante las actividades de un equipo de proyecto de acuerdo a los temas de mejora. El Kobetsu-Kaizen toma la forma de actividades mediante equipos de proyecto compuestos por integrantes del personal gerencial y grupos pequeños de piso. Los procedimientos para la implantación del Kobetsu-Kaizen por integrantes del personal gerencial son como siguen:

1. Selección del equipo modelo. El equipo modelo o la línea modelo debe ser elegida.
2. Organización de un equipo de proyecto. Se debe organizar un equipo de varios integrantes, con el gerente en línea a cargo del equipo modelo sirviendo como su líder.
3. Tomar y confirmar las 16 grandes pérdidas.
4. Decidir sobre el tema y preparar un programa de promoción.
5. Proyectar las actividades del Kobetsu-kaizen.
6. Para estas actividades, los métodos del análisis de fallas y de ingeniería industrial deben ser utilizados. Para las pérdidas crónicas se debe aplicar el análisis PM.
7. La estandarización y la evolución horizontal deben ser completadas para engrandecer la efectividad total del equipo.

Desarrollo del Kobetsu-Kaizen en 10 pasos

Para promover eficiente y efectivamente el Kobetsu-Kaizen, en todas las divisiones y secciones establecen una línea modelo. A esto se le llaman los 10 pasos:

1. Seleccionar la planta o línea o proceso de producción modelo. Es importante descubrir los cuellos de botella que incurren en las pérdidas mayores.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

2. Organizar los equipos de proyecto. Involucrar al personal de las áreas implicadas y formar grupos de trabajo.
3. Entender las pérdidas actuales. Recabar información.
4. Establecer un tema de mejora y metas. Enfocado al cero pérdidas organizar el trabajo.
5. Proponer planes de mejora. Calendarización de políticas y propuestas de mejora.
6. Análisis de evaluación y propuestas de políticas. Exposición de técnicas y métodos a usar.
7. Implantar las mejoras. Presupuestos para implementar donde se requiera.
8. Confirmar resultados. Verificar los efectos de la mejora propuesta.
9. Límites y estándares. Realizar manuales de desarrollo lateral.
10. Desarrollo lateral. Dar seguimiento con mayor profundidad dentro de la organización.

Objetivos del Kobetsu-Kaizen

El Kobetsu-Kaizen involucra mejoras sobre la línea modelo, y para los ciclos y equipos de proyecto traslapados entre divisiones. Es necesario distribuir y promover objetivos para cada uno de éstos. Cada objetivo tiene un valor absoluto y un valor relativo. Es necesario observar y fijar un estándar de valor absoluto (la tasa de eficiencia combinada de la planta del 85%) y una tasa de eficiencia relativa (tasa comparativa tal como 50% y superior).

CAPITULO
IV
PROYECTO
DE
REINGENIERIA

IV. PROYECTO DE REINGENIERÍA

4.1 PROYECTO DE REINGENIERÍA APLICANDO TPM.

La aplicación de Reingeniería en Plasal S.A. de C.V. a través de la implementación de TPM (Mantenimiento Productivo Total) lleva consigo el objetivo fundamental del "cero averías" en el proceso productivo, esperando alcanzar notables mejoras tanto en eficiencia, como en productividad, entregas, calidad y disminución de desperdicios que en conjunto se reflejaran en una disminución considerable de costos para toda la organización, proporcionando de esta manera un mejor servicio al cliente que es lo más importante después de todo.

De acuerdo a la definición formal de Hammer y Champy, a continuación se describe el porque la Implementación de Mantenimiento Productivo Total es un Proyecto de Reingeniería dentro de esta organización:

- ✓ **FUNDAMENTAL:** La primer palabra clave se dio por sentada en la descripción del problema, donde se planteo la situación actual y que ha prevalecido por mucho tiempo, dando la pauta de conocer el "qué ", lo cual daría la directriz de definir el "como debe ser ". Desde este momento la necesidad de Reingeniería iba a surgir.

- ✓ **RADICAL:** La segunda palabra clave se justifica pues en esta organización nunca se había ido al fondo de las cosas, encontrando la causa principal en el área de Mantenimiento, la cual carece de organización y por ende al ser un eslabon más de la cadena productiva afecta directa y considerablemente al conjunto en global. Esto implica dar un giro total a lo que siempre había sucedido, es darle vida a un área de la cual depende en gran parte la vida de toda la organización.

- ✓ **ESPECTACULAR:** La tercer palabra clave de la Reingeniería, es ambiciosa y muy obvia, pues un cambio de esta índole implica riesgos y ventajas, y los primeros se pueden agudizar si los responsables de llevarlo a cabo no los toman en cuenta. Por el otro lado las ventajas y beneficios con el tiempo se manifestaran en función del empeño y seguimiento que la organización en conjunto le pueda brindar. En este caso los resultados no se preveen a corto plazo, pero se pronostican ir en ascenso a mediano y largo plazo, sobre todo por el impacto que representa el área de rediseño para el proceso productivo en general.

- ✓ **PROCESOS:** Esta cuarta palabra reafirma la esencia de la Reingeniería y en este caso no es la excepción, pues en todo momento se ha dejado de manifiesto la importancia que tiene el área a rediseñar como parte del proceso productivo con el objetivo principal del servicio al cliente.

4.2 ESTRUCTURA DEL PROYECTO.

1.- Motivo.

Este proyecto surge ante la necesidad de integrar un control sistematizado que nos permita administrar el Departamento de Mantenimiento en las instalaciones de Plasal S.A. de C.V., con el fin de obtener los siguientes beneficios:

- Identificación de maquinaria y componentes.
- Refacciones por componente de máquina.
- Control de refacciones y requisiciones de compra.
- Control de ordenes de trabajo para Mantenimiento.
- Control automático de los servicios a maquinaria de Plasal.
- Expedientes clínicos.
- Generación de presupuestos y su control.

De igual manera se pretenden optimizar los costos de tiempo máquina, horas hombre y refacciones.

2.- Objetivos.

Integrar por medios electrónicos todo el sistema de Mantenimiento en Plasal S.A. de C.V., garantizando una óptima administración de los Mantenimientos Preventivo y Correctivo a través de una correcta planificación y control basado a su vez en:

- Identificación de todos los equipos y maquinaria existentes.
- Generación de base de datos (máquinas, componentes, refacciones)
- Generación de requisiciones automáticas (sistema MP a sistema AS-400).
- Optimización de recursos (personal y refacciones).
- Instalación de una estación de trabajo para Mantenimiento Preventivo.
- Implementación de Mantenimiento Autónomo
- Evaluación de resultados del Mantenimiento Preventivo.
- Control de Presupuestos.

3.- Alcance.

El alcance de este proyecto abarca las diversas áreas relacionadas con Producción y que se describen a continuación:

- Inyección.
- Impresión
- Moldes.
- Taller de maquinados.
- Nave y edificio.

4. Resistencias.

Este es un factor muy importante y que puede ser condicionante de la continuidad o fracaso del proyecto. En este caso lo que debemos considerar es:

- Actitud de mandos intermedios.
- Falta de seguimiento por parte de los responsables.
- Incumplimiento de compromisos.
- Falta de capacitación a todos los involucrados.
- Falta de recursos para la implementación.
- Falta de apoyo de la gerencia y la dirección.
- Falta de información necesaria.

4.3 IMPLANTACIÓN DE TPM.

A continuación se plantea la manera en la cual se llevará a cabo la implantación de Mantenimiento Productivo Total.

Area de Producción

En el área de producción la implantación de Mantenimiento Productivo Total consiste básicamente en el involucramiento de la gente de operación en la fase de Mantenimiento Autónomo, en conjunto con el departamento de Mantenimiento y con el apoyo de Recursos Humanos para la capacitación y que dentro del Plan de Acción a realizar se contempla lo siguiente:

- **Involucramiento de la gente:** Este es el primer paso que los departamentos involucrados (Producción, Mantenimiento, Recursos Humanos), deben dar, apoyados en todo momento por la Gerencia y la Dirección con la intención de sensibilizar a la gente y definir las metas y objetivos a lograr como parte integral de un equipo global, que buscará beneficios también en global.

Desde luego esto requiere una capacitación profunda, concisa, sencilla y eficaz acerca de la filosofía TPM y donde los departamentos involucrados desde este momento deben conservar una horizontalidad que si no existía, a partir de aquí debe nacer y prevalecer hasta el final.

- **Organización:** Una vez cumplido el punto anterior ahora corresponde al departamento de Producción definir las políticas a seguir, y de ser posible a través de instrucciones y procedimientos de trabajo en los cuales se ponga por escrito la función, responsable y el alcance que la gente de operación tendrá para llevar a la práctica el Mantenimiento Autónomo, dentro de dichas instrucciones se debe especificar la frecuencia y métodos para el cuidado del equipo a base de limpiezas y lubricación, reforzando lo anterior con un historial de fallas que se instalara a pie de máquina y donde el operador podrá expresar su opinión referente a los problemas que le sucedan a la máquina e incluso sus propuestas de posible solución. Es importante mencionar la utilidad que la filosofía de las 5 S's+1 van a tener y que no sólo en el área de producción debe imperar sino trasladarlo a todos los niveles de la organización. En la figura 4.1 se muestra de una manera muy general el esquema de las 5S's+1 para Plasal.

De igual forma como ya se había mencionado anteriormente el Mantenimiento Autónomo será de vital importancia como apoyo al Mantenimiento Especializado en cuanto a la prevención de fallas en el área de Producción, y que básicamente para cada área consiste en lo siguiente:

INYECCION:

- A) Area de máquina en orden y limpia cada turno. Eliminar cualquier tipo de suciedad que afecte la operación como basura, polvo, grasa, aceite, producto tirado, etc.
- B) Limpieza superficial del molde (cavidades y corazones), durante 30 minutos en cada turno.
- C) Limpieza profunda de molde (en conjunto con el departamento de Mantenimiento Moldes), quincenalmente.
- D) Monitoreo y revisión continua de conexiones eléctricas e hidráulicas que puedan estar dañadas o presentar fugas de agua o aceite, ruidos y vibraciones que no sean propias del proceso y reportarlas antes de que el problema se agrave más.

PROYECTO DE REINGENIERIA

- E) Lubricación de máquina quincenalmente.
- F) Reportar en el historial de fallas que está a pie de máquina, cualquier sintoma que pueda terminar en la interrupción del proceso, provocando un Mantenimiento Correctivo mayor.

IMPRESION:

- A) Area de máquina en orden y limpia cada turno. Eliminar cualquier tipo de suciedad que afecte la operación como basura, polvo, grasa, aceite, producto tirado, etc.
 - B) Limpieza superficial de mantillas, grabados, mandriles, y bandas de transportación durante 30 minutos cada turno.
 - C) Limpieza profunda de cabezales de impresión, rodillos, y husillos de alimentación, así como ajuste y reapriete de tornillería (semanal).
 - D) Monitoreo y revisión continua de conexiones eléctricas e hidráulicas que puedan estar dañadas o presentar fugas de agua o aceite, ruidos y vibraciones que no sean propios del proceso y reportarlas antes de que el problema se agrave más.
 - E) Lubricación de máquina quincenalmente.
 - F) Reportar en el historial de fallas que está a pie de máquina, cualquier sintoma que pueda terminar en la interrupción del proceso, provocando un Mantenimiento Correctivo mayor.
- **Ejecución y Control:** Esta es la etapa crucial y donde los resultados de las etapas precedentes se verán reflejados. Es aquí donde se puede conocer que tan sólida o tan débil ha sido la implantación y por lo tanto de aquí se desprenderán acciones correctivas para revalorizar o fortalecer el rumbo del proyecto, dando a su vez un paso muy importante a lo que es el seguimiento del mismo.

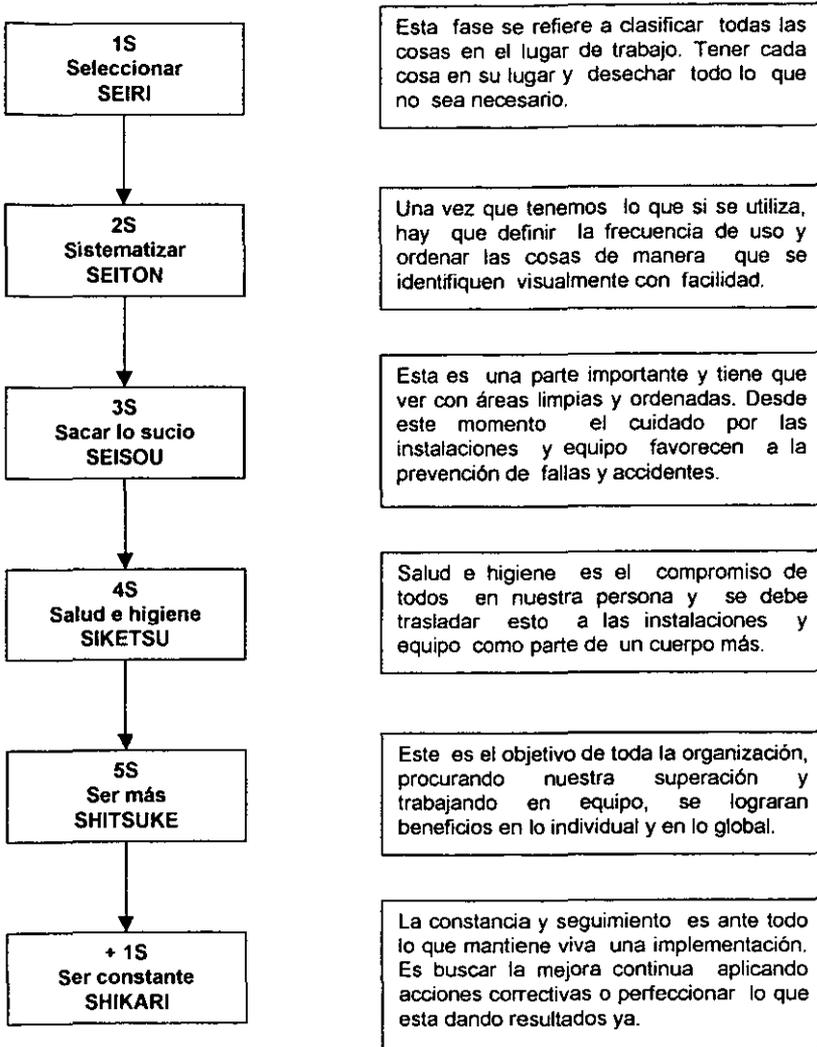


Figura 4.1 Sistema 5S's + 1 en Plasaf S.A. de C.V.

Area Mantenimiento.

El Departamento de Mantenimiento, como ya se menciona con anterioridad es el área a rediseñar dentro de este sistema productivo y en la cual se va a llevar la mayor parte de implantación del Mantenimiento Productivo Total. Dentro de este contexto se puede establecer el siguiente proceso, no sin antes definir el software con el cual se va a gestionar dicho proyecto.

Software MP.

El software que se va a emplear para Administrar el Mantenimiento, se denomina MP, es un sistema que trabaja en ambiente MS-DOS y que es creación del Departamento de Informática de Grupo Alpura. En las siguientes figuras se pueden apreciar las pantallas de los menus principales que conforman esta base de datos y que a continuación se da una breve explicación al respecto.

La figura 4.2 y 4.3 nos muestran respectivamente, la pantalla de entrada o de bienvenida al sistema MP (Mantenimiento Preventivo), en la cual es necesario introducir el nombre del usuario que administrará el Mantenimiento de Piasal S.A. de C.V. y una contraseña del mismo. Por lo que respecta a la segunda pantalla, se tiene el menú principal de la Base de Datos, el cual a su vez esta conformado de cuatro menús que son: **Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Utilerías Generales, y Reportes Generales.**

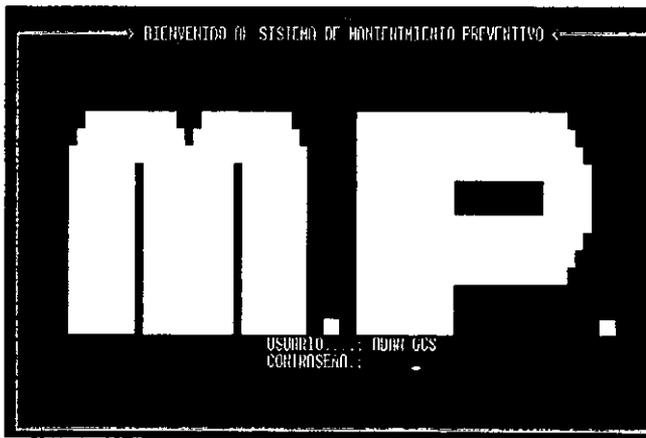


Figura 4.2 Pantalla de Bienvenida al Sistema MP.

PROYECTO DE REINGENIERIA

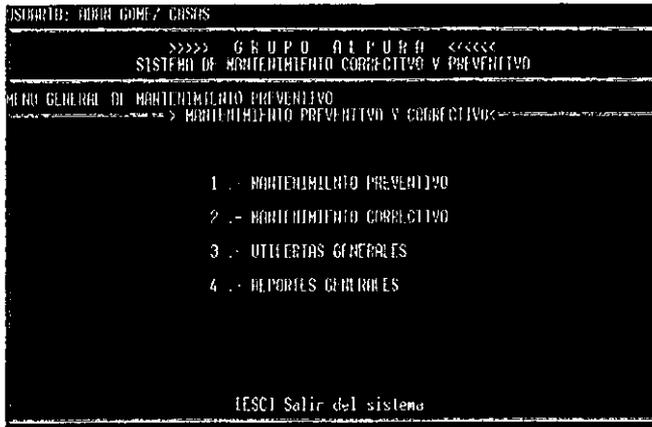


Figura 4.3 Menú General Sistema MP.

En el Menú de Mantenimiento Correctivo que se presenta en la figura 4.4, nos permite generar folios y ordenes de trabajo para este tipo de mantenimiento, así como llevar un historial de lecturas y actualización de horímetros, que en el caso de la Administración de Mantenimiento en Plasal S.A. de C.V. es de gran importancia pues en función de las horas de trabajo de los equipos es como se generaran los programas de Mantenimiento Preventivo, a partir de pronósticos que el mismo sistema proporcionará a través de las frecuencias y lecturas establecidas.

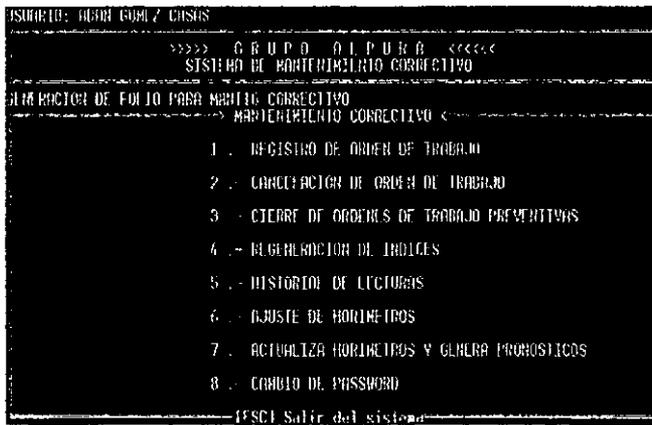


Figura 4.4 Mantenimiento Correctivo.

PROYECTO DE REINGENIERIA

El menú de Utilerías Generales que aparece en la figura 4.5, no es otra cosa más que la transferencia de archivos que el sistema nos permite llevar a cabo, tanto de refacciones y mano de obra, de la base de datos de Mantenimiento Preventivo a la base de datos de Mantenimiento Correctivo y viceversa vía red.

```
USUARIO: ADRI COPEZ CASAS
>>>> GRUPO ALFURÁ <<<<<
SISTEMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO
COPIA LOS ARCHIVOS VIA RED PARA SISTEMA CORRECTIVO
-> UTILERIAS GENERALES <-

1.- TRANSFERIR MAESTROS DE "M.P." A "M.C."
2.- TRANSFERIR DATOS DEL "M.C." AL "M.P."
3.- TRANSFERENCIA DE ARCHIVO DE REFACCIONES
4.- TRANSFERENCIA DE ARCHIVO DE MANO DE OBRAS
```

Figura 4.5 Utilerías Generales.

```
USUARIO: ADRI COPEZ CASAS
>>>> GRUPO ALFURÁ <<<<<
SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
ACTUALIZACION DE ARCHIVOS MAESTROS
-> MANTENIMIENTO PREVENTIVO <-

1.- MANTENIMIENTO
2.- CONSULTAS
3.- CATALOGOS
4.- REPORTE
5.- REQUISICIONES
6.- UTILERIAS
```

Figura 4.6 Mantenimiento Preventivo.

PROYECTO DE REINGENIERIA

En la figura 4.6 se presenta a grandes rasgos toda la base de datos del sistema MP. En el submenú de Mantenimiento se tienen todas las opciones que a su vez nos muestra la figura 4.7, donde nos proporciona la opción de altas, bajas y/o cambios, así como consultas de máquinas, secciones, departamentos, actividades, refacciones, mano de obra y herramientas. Esto es en sí el Mantenimiento a la base de datos.

El submenú de Mantenimiento definido como consultas y que aparece en la figura 4.8, nos permite conocer a detalle todo lo referente a una máquina, refacciones, actividades y ordenes de trabajo, con sólo introducir la clave, código o número de folio de cada situación en particular. El apéndice V ofrece un formato en el cual se muestran las actividades para un mantenimiento programado, en el cual aparecen también las refacciones, mano de obra y herramientas para llevarlo a cabo.

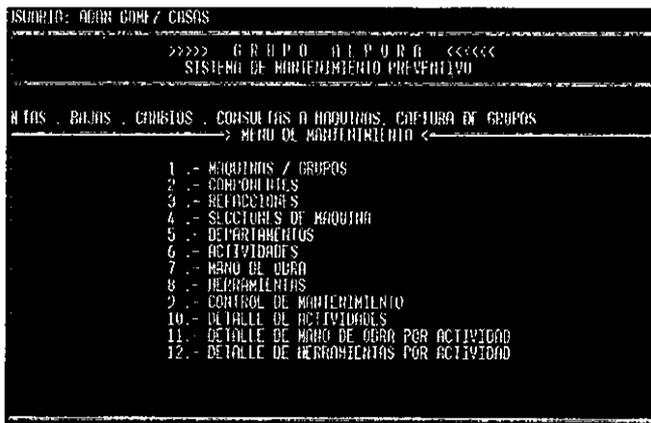


Figura 4.7 Mantenimiento a la Base de Datos

En la figura 4.9 se pueden apreciar todos los catálogos que contiene la base de datos, tanto de máquinas, secciones, y refacciones, las cuales pueden obtenerse de diversas maneras y que son impresas de acuerdo a las necesidades del usuario con la opción de utilizar impresora laser o de matriz.

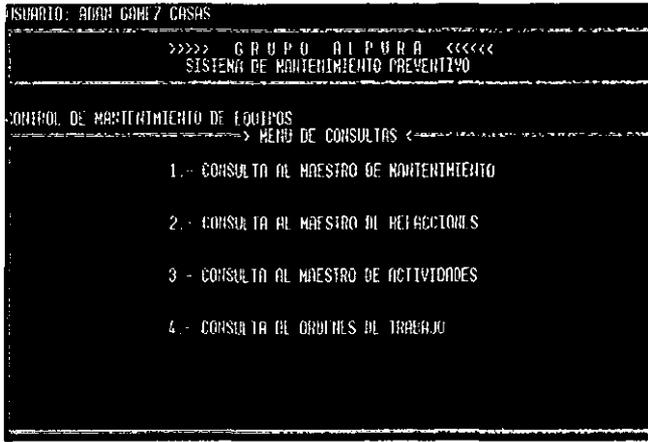


Figura 4.8 Consultas.

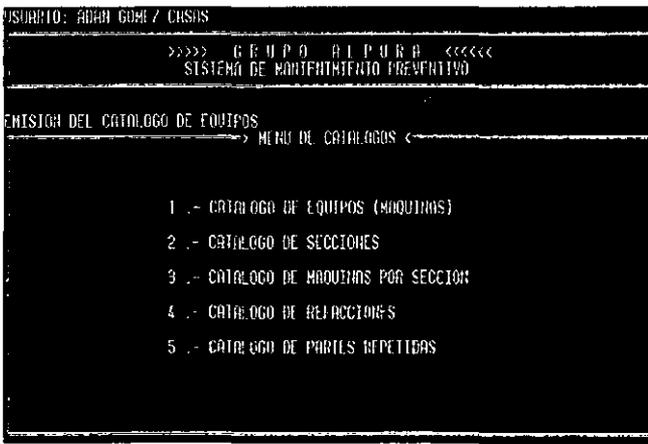


Figura 4.9 Catalogos

El menú de Reportes (Figura 4.11), nos proporciona otra variedad de submenús en los cuales, principalmente se van a generar de manera automática y en el siguiente orden de secuencia:

El Plan Semestral de Mantenimiento Preventivo: En este reporte se obtendrá la información calendarizada de los equipos que tendrán Mantenimiento durante ese periodo de tiempo. Un ejemplo de este plan se puede apreciar en el apéndice VI.

PROYECTO DE REINGENIERIA

El Plan Semanal de Mantenimiento Preventivo: Este informe nos presentará con detalle las secciones que para cada equipo se intervendrán en el mantenimiento programado, tal y como lo muestra el apéndice VII.

Las Ordenes de Trabajo por Actividad: De la cual se muestra un ejemplo en el apéndice VIII, se refiere al desglose de actividades que el personal de Mantenimiento debe atacar durante dicha intervención, incluye información referente al tiempo estimado para llevar a cabo la actividad, las refacciones a utilizar, así como las firmas de los jefes de Producción y de Mantenimiento, participes de la entrega y recibo de la máquina en cuestión.

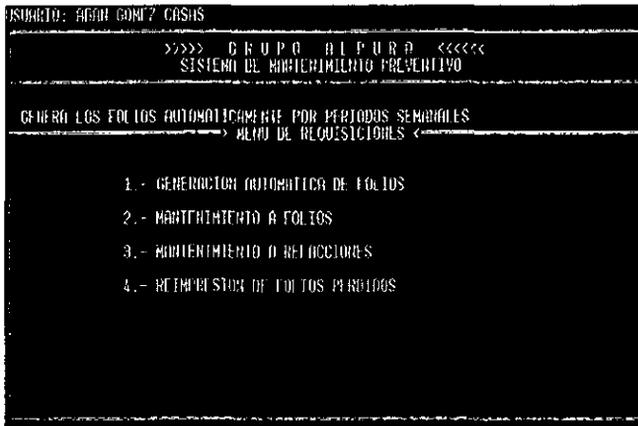


Figura 4.10 Requisiciones.

En la figura 4.10 se muestra la pantalla del menú Requisiciones, en la cual se generan automáticamente los folios por periodos semanales, conteniendo las refacciones que se solicitarán al departamento de Compras para llevar a cabo la ejecución del Mantenimiento programado. De igual manera nos presenta las opciones de altas, bajas, y/o cambios, de acuerdo a las necesidades que se presenten en cada situación y que los responsables de llevar a cabo el Mantenimiento en su momento y oportunamente deben definir. En el apéndice IX se puede apreciar un ejemplo de Preparación de Requisición de Compra que arroja este sistema, mostrando el costo del mantenimiento.

La figura 4.12 se refiere al menú Utilerías, el cual tiene la función de generar calendarios de actividades, y por otra parte la reindexación y respaldo de los archivos que conforman la base de datos y de similar manera dar mantenimiento a las contraseñas de los usuarios como altas, bajas y cambios.

PROYECTO DE REINGENIERIA

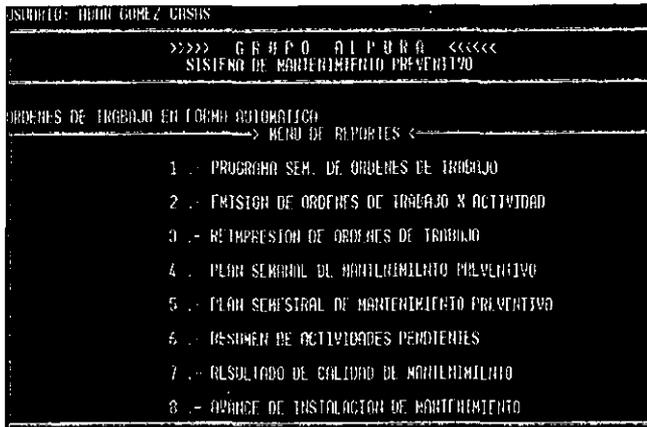


Figura 4.11 Reportes.

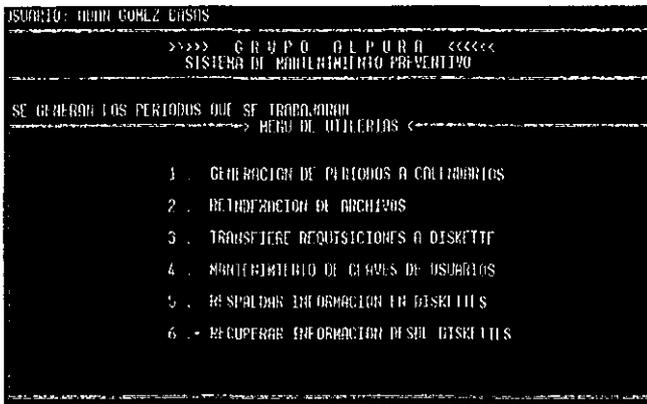


Figura 4.12 Utilerías.

Finalmente tenemos la figura 4.13 en la que se presenta el apartado de Reportes Generales, en el cual tenemos la posibilidad de emitir el expediente clínico de la maquinaria y equipo, presenta también la consulta de actividades, así como pronósticos y presupuestos de Mantenimiento. Además de esto el menú también tiene la opción de activar la opción para imprimir en impresora laser.

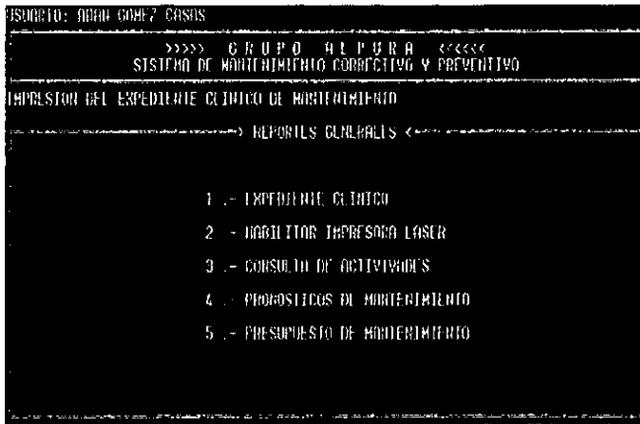


Figura 4.13 Reportes Generales.

En el apéndice X.A se observa un diagrama en el cual, se desglosa todo el sistema computarizado, tanto en menús como submenús con el cual se administrará el Mantenimiento de Plasal S.A. de C.V.; En tanto que en el apéndice X.B y X.C, se presentan dos diagramas detallados para conocer la estructura y secuencia del proceso de Mantenimiento tanto Preventivo como Correctivo, respectivamente.

Proceso de generación de la base de datos de MP.

- **Recolección de Información :** Esta actividad en primera instancia consiste en recopilar toda la información técnica referente a maquinaria y equipo y corroborarla físicamente, pues hay equipos dados de alta en el sistema AS-400, pero que físicamente ya no existen.
- **Revisión y validación de la información:** Esto se refiere a la clasificación y organización en departamentos, secciones, y áreas de las máquinas y equipos existentes en Plasal. Como a continuación se ejemplifica:
 - **Departamentos:** Inyección, Impresión, Moldes, Servicios, Taller de Maquinas Herramientas, Edificio.
 - **Secciones:** Eléctrica, Mecánica, Instrumentación.

- **Unificar claves y códigos de máquinas:** Es decir una vez validada la información físicamente, es necesario unificar tanto descripciones como códigos de los mismos en el Sistema AS-400 y en el Sistema MP. Esto porque una de las deficiencias que Plasal ha presentado a través del tiempo es una desorganización en su almacén, desde la mala clasificación de los artículos hasta la incorrecta salida de refacciones y artículos, provocando con ello saldos en el sistema pero que físicamente ya no tienen existencia real.

- **Generación de una Base de Datos:** Es la alimentación de toda la información recabada y validada en el Sistema MP, tanto de máquinas y equipos como de departamentos y secciones. Esta base de datos también debe contar con la estructura o actividades de cada máquina, las cuales a su vez deben presentar las frecuencias, refacciones a utilizar y la mano de obra, así como el tiempo estimado para llevar a cabo el trabajo y por último el costo de las refacciones.

- **Retroalimentación de la Base de Datos:** Esta es la fase de seguimiento y enriquecimiento del sistema y que independientemente de que se quiera o no llevar a cabo así lo requiere el mismo sistema, pues durante la generación de prerrequisiciones, los responsables de cada área, modificarán la base de datos de acuerdo a la situación y a las necesidades que se presenten, hasta obtener un folio definitivo que dará origen a la requisición de compra formal para el Mantenimiento en cuestión.

4.4 ESTRATEGÍA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN PLASAL S.A. DE C.V.

Como parte final de este proyecto se dan a conocer a continuación lo que sería una Estrategía de Mantenimiento para llevar a cabo la implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y que consta básicamente en la Misión de Mantenimiento, los Objetivos Específicos de inicio y las Políticas que regiran dicha gestión en Plasal S.A. de C.V.

MISIÓN DE MANTENIMIENTO

PLASAL S.A. DE C.V.

- ✓ Mejorar la continuidad de nuestras operaciones mediante planes efectivos tendientes a disminuir las interrupciones atribuibles a fallas de los equipos.
- ✓ Asegurar una correcta operación de los equipos a través de un mantenimiento efectivo y duradero.
- ✓ Contribuir fuertemente a la optimización de los niveles de producción, calidad, merma y seguridad al menor costo.
- ✓ Preservar la vida útil de los equipos para hacer perenne nuestra operación.
- ✓ Participar en la modernización de los equipos para estar al día en tecnología y con ello lograr mayor competitividad.
- ✓ Mejorar el atractivo de nuestras instalaciones con un alto estándar de seguridad, orden y limpieza.
- ✓ Integrarse con las áreas afines de la organización para participar activamente en el logro de los objetivos de la misma.
- ✓ Administrar los recursos humanos eficientemente propiciando un ambiente que ayude a desarrollar un alto nivel de moral y productividad en nuestra gente.

OBJETIVOS TPM

PLASAL S.A. DE C.V.

- Lograr una realización en trabajos de Mantenimiento Preventivo superior al 95% en todas las áreas a base de una correcta administración de los recursos en conjunto con Producción.
- Implantar al 100% al término de un año el Mantenimiento Autónomo con los objetivos que le atañen al personal de Producción, contando en todo momento con el apoyo del personal de Mantenimiento.
- Incrementar la confiabilidad del equipo con una eficiencia superior al 90%, siendo este el principal reflejo en la disminución de Tiempos Muertos.

* Sistema de Administración de información que engloba los movimientos de las diversas áreas como inventarios, nóminas, logística, ventas, y contabilidad de toda la empresa.

PROYECTO DE REINGENIERIA

- Reducir el inventario de refacciones en un 10% al cierre del primer año en cuanto al consumo de refacciones y procurar que tienda a cero a partir del tercer año en cuanto a salidas de tipo correctivo.
- Incrementar la productividad de Mano de Obra a 90%, haciendo mediciones trimestrales al azar.
- Controlar los costos de Mantenimiento logrando una variación de cero respecto al presupuesto establecido.
- En seguridad, orden y limpieza lograr cero accidentes y reglamentar auditorías internas que ayuden a preservar el orden y limpieza en todas las áreas de la organización, sustentado esto en las 5S's + 1.

POLITICAS DE MANTENIMIENTO PLANTA PLASAL S.A. DE C.V.

1. Todo responsable de área Gerente o Jefe asegurará el acatamiento de las políticas relacionadas con la realización del Mantenimiento.
2. Producción será responsable de la utilización efectiva de los Servicios de Mantenimiento.
3. Mantenimiento será responsable por la calidad de su trabajo y el uso efectivo de sus recursos.
4. Mantenimiento está autorizado para llevar a cabo modificaciones, construcciones e instalaciones sólo cuando la carga de trabajo de Mantenimiento lo permita.
5. La carga de mantenimiento será medida de acuerdo a un historial de ordenes de trabajo (planeación, frecuencia, pendientes), para ayudar a determinar el tamaño correcto y composición de la fuerza de trabajo.
6. La productividad de Mantenimiento se evaluará regular y continuamente, para monitorear la eficiencia y utilización de la mano de obra.
7. Producción será responsable de la limpieza y lubricación rutinaria de sus equipos, así como de aportar ideas en pro de la prevención de fallas mayores.

PROYECTO DE REINGENIERIA

8. Mantenimiento implementará técnicas de diagnóstico y detección como Lubricación, Limpieza, Servicio Oportuno y Pruebas No Destructivas en apoyo al Mantenimiento Preventivo para implementar el Mantenimiento Predictivo, minimizando así paros y procurando un mayor tiempo de vida del equipo.
9. Planeación y Control de Mantenimiento será responsable de que los trabajos generados en el plan semestral y semanal se realicen en los tiempos y frecuencias acordados con Producción.
10. Ninguna pieza y/o accesorio será despojada de cualquier equipo para emplearla en otro, sin autorización de la gerencia de Mantenimiento y Producción.
11. El departamento de Mantenimiento desarrollará historiales para implantar índices de desempeño que permitan evaluar los resultados obtenidos en términos de mano de obra, eficiencia y productividad.
12. Planeación y Control de Mantenimiento será responsable de proporcionar las refacciones y materiales necesarios para la realización efectiva de los trabajos programados a base de una correcta interrelación con el almacén y compras.
13. Toda modificación a instalaciones y equipos será de acuerdo a un procedimiento previamente establecido.
14. El departamento de Mantenimiento deberá capacitar técnica y administrativamente a su personal, siempre utilizando lo más novedoso en Tecnología en busca de la mejora continua.
15. En los paros programados Mantenimiento recibirá los equipos a tiempo y en condiciones requeridas para trabajar, y de igual forma deberá hacer su entrega al departamento de Producción.

CONCLUSIÓN

Todo proyecto que se emprende implica una serie amplia de inversiones que pueden representarse por esfuerzo, dedicación, apoyo, seguimiento e incluso conflictos humanos, a lo largo de la implementación. El hecho de plasmarlo en papel no significa todo, es simplemente una presentación de lo que se pretende lograr, lo verdaderamente importante está en la fase de implementación, posteriormente en la ejecución y finalmente durante el seguimiento y control, que se refiere a mantener vivo todo aquello que se sembró, y así pueda rendir los frutos que se esperan, y es precisamente donde está de por medio el involucramiento de la gente, el insumo más importante dentro de una organización pero también el más difícil de moldear de acuerdo a las necesidades que se presentan.

La problemática ya presentada en este trabajo es lógica y confirma la necesidad de un rediseño que a través de una sección de vital importancia en lo global, del sistema productivo en cuestión, es indiscutible que traerá beneficios en general para toda la organización.

Ahora más que nunca está comprobado que la relevancia que tiene la Gestión de Mantenimiento en cualquier parte es innegable, no obstante esto no es sólo trabajo de una persona o un departamento en particular, es el compromiso y responsabilidad de toda la organización, e implica un cambio radical de mentalidad y actitud en cada uno de sus elementos encaminados horizontalmente hacia el mismo rumbo que los objetivos señalan.

Un factor más de relevancia es el tiempo y en este caso los resultados deberán presentarse a largo plazo (de 3 a 5 años a partir del arranque de la Gestión de Mantenimiento), debido a la situación en la que se encuentra actualmente la organización y por el giro que la caracteriza, además de que se debe lograr también un equilibrio de coordinación en conjunto con la Gestión de Producción.

Lo que sí se puede demostrar a corto plazo es que los efectos de la Gestión de los recursos de Mantenimiento mejorarán en gran escala, refinándose esto a la utilización de mano de obra y refacciones tanto en la Planeación como en el Control, debido al gran salto que implica pasar de una "gestión empírica" a una "Gestión Sistemática", será notorio en corto tiempo la diferencia simplemente entre el hacer las cosas con mayor orden y hacerlas de improviso, con el riesgo de que las intervenciones se retrasen o incluso no se lleven a cabo.

Otro de los avances que se lograrán es la ventaja de emplear en esta gestión un sistema computarizado a través del cual se ahorrará mucho tiempo y su emisión será en automático tanto para ordenes de trabajo, planes semestrales y semanales, pronósticos, presupuestos y requisiciones, sin olvidar los expedientes clínicos que el sistema proporciona y que a su vez serán una herramienta indispensable para posteriormente respaldar la toma de decisiones.

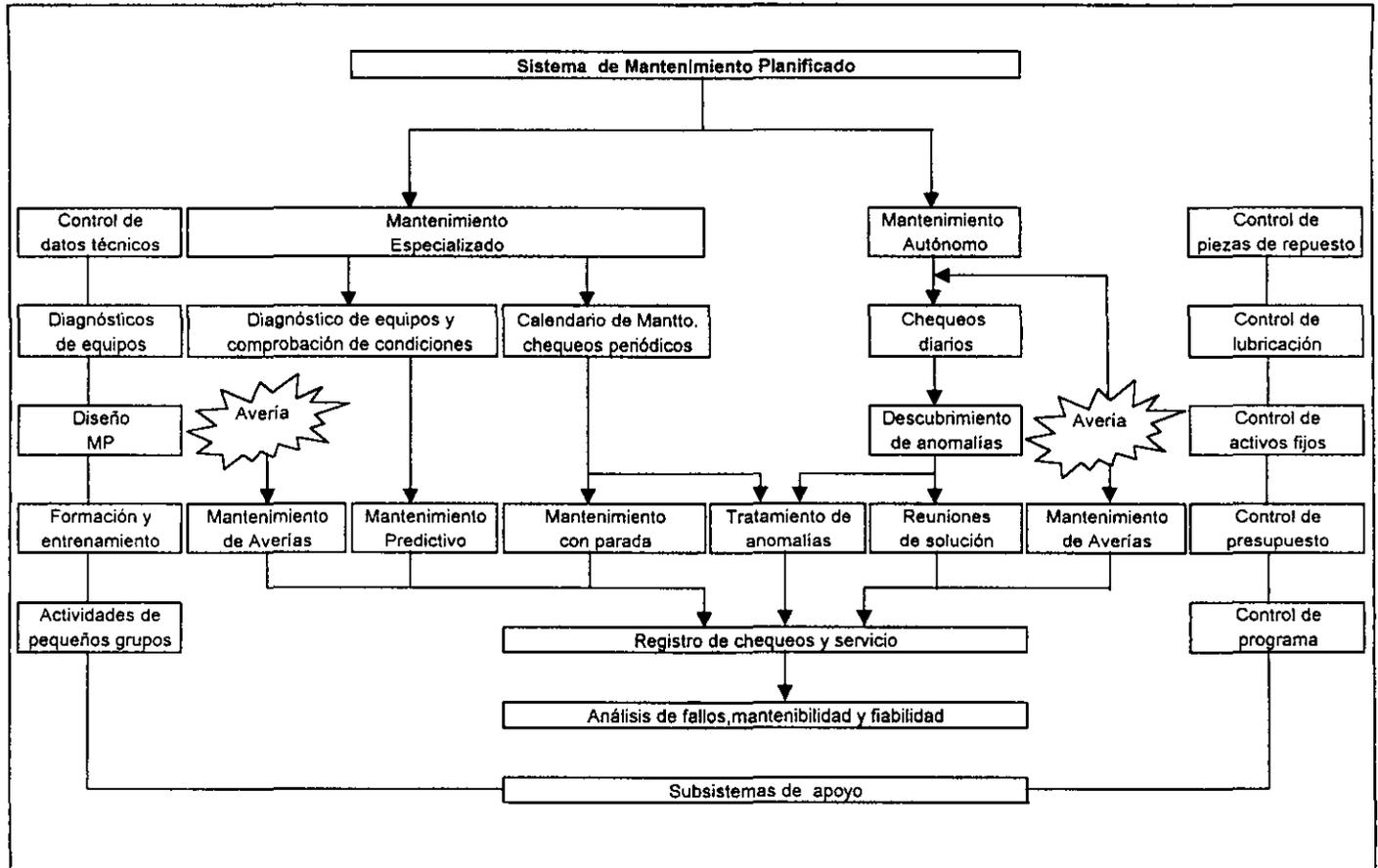
Hasta el cierre de este trabajo y la experiencia que me ha dejado la fase de implementación, puedo hacer hincapie en la resistencia al cambio que presenta un proyecto de REINGENIERÍA, no obstante el apoyo de otros sectores de la organización es indiscutible y respaldado a su vez por el interés de la Dirección en cuanto a la puesta en marcha de un sistema que a futuro traerá grandes beneficios. También durante todo este tiempo se han detectado anomalías en sectores relacionados con el área a rediseñar como es el Almacén en el cual ha existido un gran desorden y con el cual se está trabajando en pro de aplicar acciones correctivas y encaminar esfuerzos conjuntos.

La problemática que se planteó simplemente ratifica la situación por la cual pasa esta empresa, y en realidad existen problemas que tienen su origen en tiempos que han quedado en el pasado, ahora es el momento de corregirlos y hacer todo lo necesario con el objetivo de no volver a cometerlos, y a fin de cuentas este también es el objetivo de la Reingeniería, romper con todos los esquemas que en algún tiempo se tuvieron, siempre en busca de la mejora continua, para lograr tener un cuerpo sólido llamado Producción, bien sustentado por el pilar de una organización conocido como Mantenimiento y respaldados en todo momento por Recursos Humanos y el resto de toda la organización con la meta común del Servicio al Cliente, lo cual a su vez recompensará en progreso y competitividad no sólo a nivel organizacional, sino también preocupándose por la Calidad Humana de cada eslabón que conforma la totalidad de la cadena productiva.

APÉNDICE I

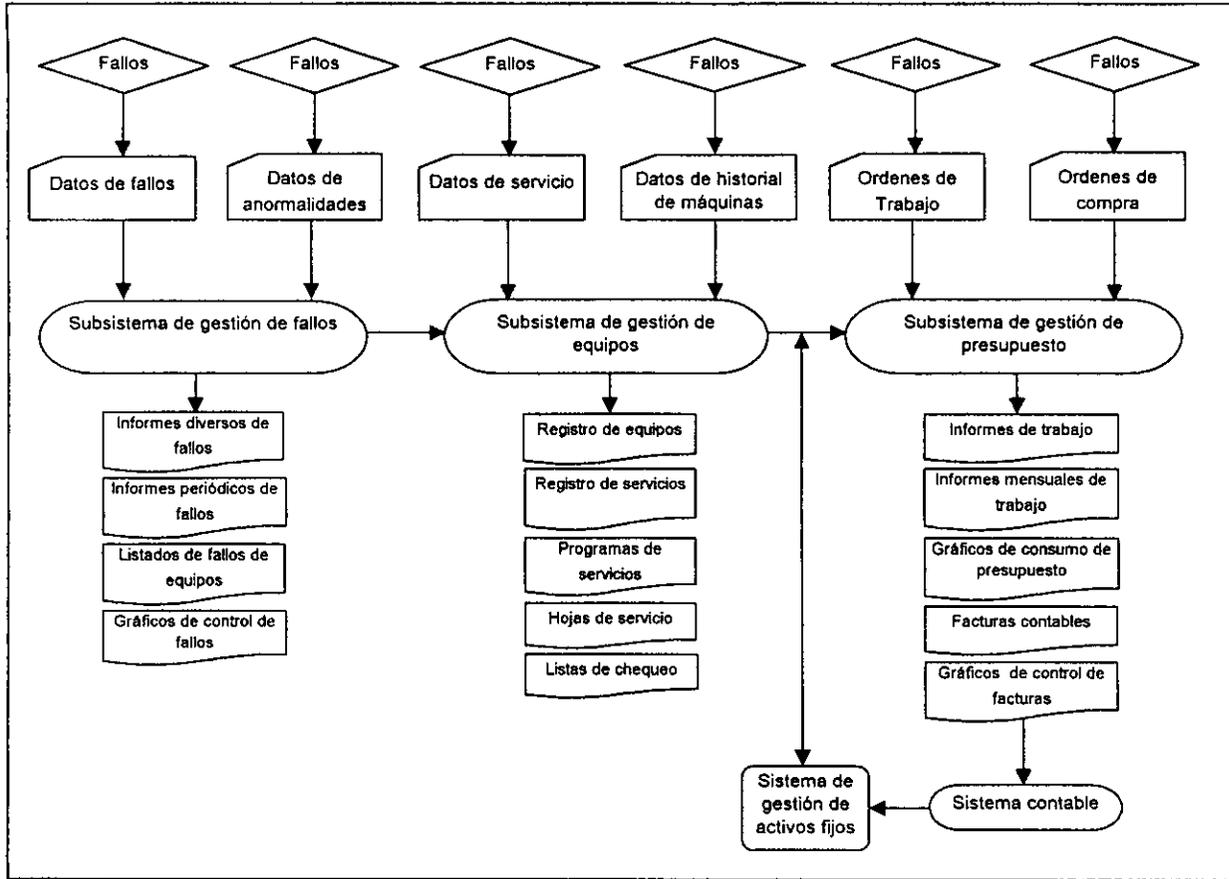
ESQUEMA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO.

96



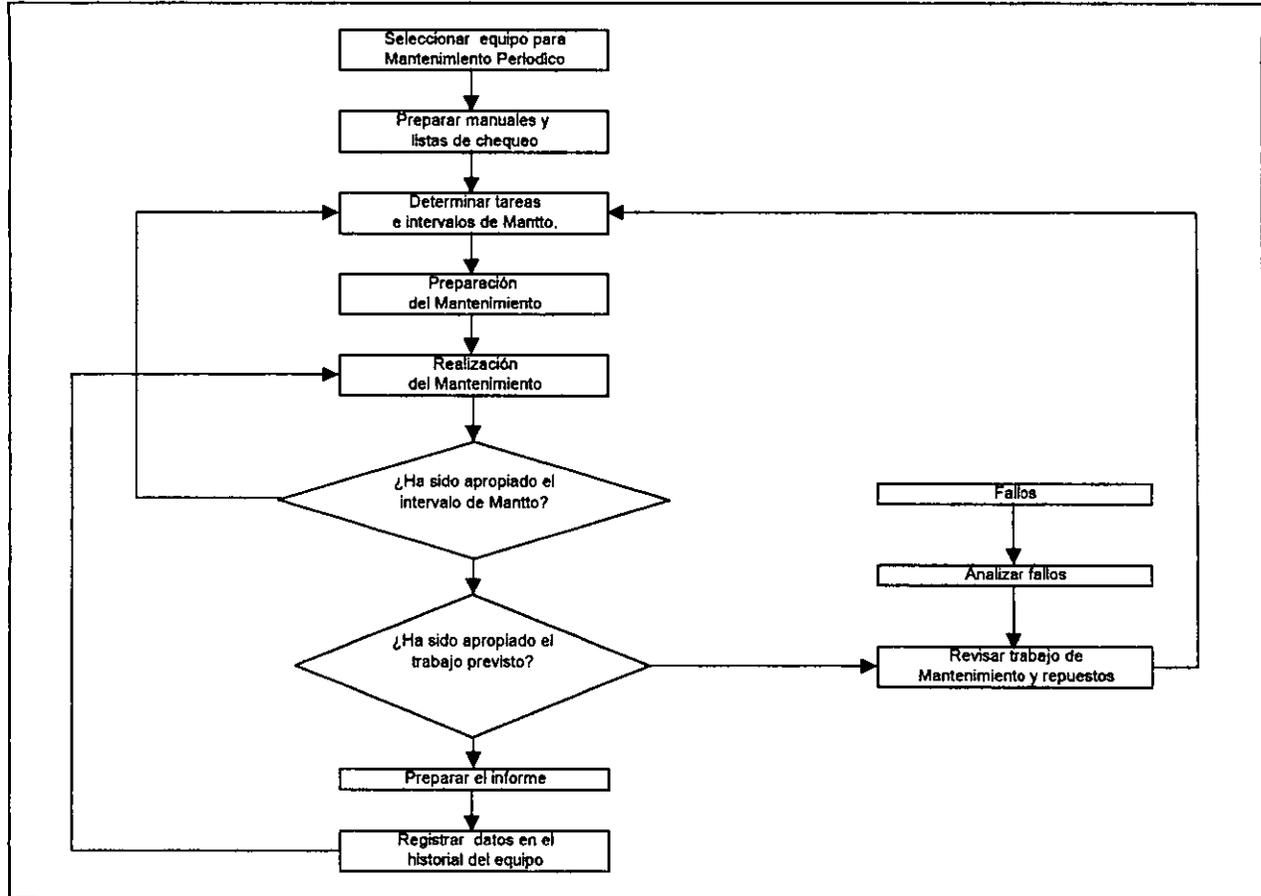
APÉNDICE II.

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .



APÉNDICE III.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO PERIÓDICO.



APÉNDICE IV.

CRITERIOS CONSIDERADOS EN EL PREMIO PM.

A. Políticas y metas

1. ¿Qué especifican las políticas de la compañía respecto a la gestión de los equipos?
2. ¿Se emplean métodos apropiados en el establecimiento de metas y políticas de gestión de equipos?
3. ¿Están establecidos índices de dirección y criterios de evaluación efectivos?
4. ¿Están coordinados los planes anuales y los de largo plazo?
5. ¿Se entienden y aceptan por todos las políticas y metas de la compañía?
6. ¿Se monitorea estrictamente el cumplimiento de metas y políticas?
7. ¿Se reflejan los resultados en los siguientes planes anuales?

B. Organización y dirección

1. ¿Es apropiado el despliegue de personal y organización relacionado con la gestión del equipo?
2. ¿Es efectiva la organización de la promoción del TPM?
3. ¿Está la organización de la promoción del TPM bien integrada dentro de la estructura de dirección?
4. ¿Participa cada departamento en el TPM?
5. ¿Están la oficina principal, fábricas y oficinas cooperando?
6. ¿Hay obstáculos en la comunicación y uso efectivo de la información?
7. ¿Existen buenas relaciones con los subcontratistas exteriores para el equipo, útiles, plantillas, herramientas, trabajo de mantenimiento, etc.?

C. Actividades de pequeños grupos y mantenimiento autónomo.

1. ¿Están los pequeños grupos apropiadamente formados?
2. ¿Se establecen apropiadamente las metas de los pequeños grupos?
3. ¿Se reúnen los grupos regularmente? ¿Son vivos los debates en las reuniones?
4. ¿Es activo el sistema de sugerencias? ¿Se manejan las sugerencias apropiadamente?
5. ¿Cómo se confirma el cumplimiento de metas?
6. ¿Hasta qué grado realizan los operarios el mantenimiento autónomo?

D. Educación y adiestramiento.

1. ¿Se entiende el TPM en cada nivel de la compañía?
2. ¿Es el perfil y nivel de adiestramiento apropiado en cada nivel?

3. ¿Se realiza el adiestramiento de acuerdo con el plan?
4. ¿Cuál es el grado de participación en cursos externos de educación y adiestramiento?
5. ¿Cuántos empleados han conseguido licenciaturas, técnicas y otras calificaciones?
6. ¿Cuál es el nivel de conocimientos y adiestramiento relacionado con el mantenimiento del trabajo?
7. ¿Se evalúa efectivamente el adiestramiento?
8. ¿Se están midiendo los efectos de la educación y el adiestramiento?

E. Gestión del equipo

1. Práctica de las 5 S's.

*¿Está el equipo libre de contaminación de polvo, suciedad, aceite, incrustaciones, esquirlas, restos de materiales, etc.?

*¿Se realizan acciones contra las fuentes de polvo y otras contaminaciones especialmente sobre las zonas difíciles de lubricar? ¿Se realizan regularmente la inspección y limpieza?

*¿Se hacen esfuerzos para mejorar el control visual exhibiendo en lugar visible instrucciones de lubricación, niveles máximos y mínimos de instrumentos de medida, marcas de apriete para pernos y tuercas, etc.?

*¿Se mantienen limpios y en buen orden troqueles, plantillas, herramientas, instrumentos de medida, equipo de limpieza, y materiales?

2. Aplicación de tecnología de diagnóstico de máquinas.

*¿Se está usando tecnología de diagnóstico de máquinas para tratar con los siguientes fenómenos...

- * roturas, corrosión, alojamientos, etc.?
- * vibraciones anormales, ruidos, temperatura, etc.?
- * fugas de agua, aire, vapor, gas, aceite, etc.?

3. Métodos de instalación.

*¿Están el cableado, tubería, unidades hidráulicas y neumáticas, unidades de control eléctrico, y equipos similares instalados con métodos convenientes en posiciones apropiadas?

4. Lubricación

*¿Se seleccionan apropiadamente los materiales de lubricación, equipo y métodos de lubricación, clase de lubricante y períodos de reemplazo? ¿Se realiza apropiadamente la lubricación?

F. Dirección y planeación del mantenimiento.

1. ¿Qué medidas se han tomado para asegurar e incrementar la calidad y eficiencia del mantenimiento?
2. ¿Se han establecido estándares apropiados para inspeccionar el equipo? ¿Se planifican y realizan apropiadamente las inspecciones?
3. ¿Se preparan y ejecutan planes de trabajo de mantenimiento anuales, mensuales y otros?
4. ¿Se han establecido estándares para elementos a tener en stock permanente, puntos de pedido, cantidades a pedir de repuestos, y otros materiales de mantenimiento? ¿Está el stock almacenado en condiciones apropiadas?
5. ¿Están controlados adecuadamente los dibujos del equipo?
6. ¿Están gestionados apropiadamente los útiles, plantillas, herramientas, e instrumentos de medida?
7. ¿Se han establecido métodos apropiados de registro y manejo de datos para el deterioro?
8. ¿Se basan en datos las medidas de mejora?
9. ¿Se usan apropiadamente los procedimientos de control?

G. Planificación de inversiones en equipo y MP (Prevención del mantenimiento)

1. ¿Están aceptablemente relacionados el desarrollo de nuevos productos y procesos y los planes de equipos?
2. ¿Se están usando métodos apropiados de comparación de la economía de inversiones en equipos?
3. ¿Están apropiadamente compilados y controlados los presupuestos de equipo?
4. ¿Se reflejan rápida y precisamente las propuestas de mejora MP en los estándares de diseño del equipo?
5. ¿Se consideran plenamente la fiabilidad y mantenibilidad cuando se selecciona y diseña el equipo y su «layout»?
6. ¿Se realizan efectivamente los tests de aceptación del equipo y el control del «commissioning» (etapa inicial de operación comercial)?
7. ¿Es superior el desarrollo interno de útiles, plantillas y herramientas?
8. ¿Son rápidas y precisas las medidas para evitar la recurrencia de accidentes serios?
9. ¿Se gestionan apropiadamente los activos fijos?

H. Relaciones entre el control de costos y las cantidades de producción, plazos de entrega y calidad del producto.

1. ¿Están coordinados la gestión del equipo y el control de las cantidades de producción y plazos de entrega?
2. ¿Están coordinados la gestión del equipo y el control de calidad?

3. ¿Están los presupuestos de mantenimiento apropiadamente preparados y controlados?
4. ¿Son adecuadas las medidas de ahorro de energía y recursos?

I. Seguridad industrial, higiene y entorno

1. ¿Se han establecido políticas satisfactorias relacionadas con la seguridad industrial, la higiene y la gestión del entorno?
2. ¿Son apropiados los métodos de dirección y organización?
3. ¿Existe una buena coordinación entre la gestión del equipo y la seguridad industrial, la higiene y la gestión del entorno?
4. ¿Cuáles son los resultados globales del programa de dirección?
5. ¿Cumple la dirección del entorno con las regulaciones legales?

J. Resultados y evaluación.

1. ¿Cómo se están midiendo los resultados?
2. ¿Es satisfactorio el cumplimiento de metas y políticas?
3. ¿Se valora elevadamente el mantenimiento desde el punto de vista del incremento de la productividad y otras consideraciones de dirección general?
4. ¿Se informa regularmente de los resultados a las organizaciones profesionales y académicas y de otros modos?
5. ¿Se han identificado los problemas actuales?
6. ¿Se ha preparado el próximo plan de promoción del TPM?

APENDICE V



**>>>> GRUPO ALPURA <<<<
SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
IMPRESIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

CLAVE DE MANTTO . (MMSCA21) SERVICIO A CAVIDADES

MAQUINA (MMMY08) MOLDE Y8, VASO YOGHURT 170 g

COMPONENTE CAVIDADES

SECCIONMECANICA

DEPARTAMENTO MOLDES

MARCAHUSKY-TRADESCO

LOCALIZACION MECMOL

FRECUENCIA MANTTO 8760 HRS

FECHA ULTIMO MANTTO 20-Jun-01

ULTIMA ORDEN MANTTO 2319

FECHA PROX. MANTTO 13-Jul-01

TIEMPO ESTIMADO HRS 72 HRS

REFACCIONES

<i>CODIGO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UD. MEDIDA</i>
ML-0114	60	O-RING 2 - 010	PZAS.
ML-0108	24	O-RING 2 - 241	PZAS.
ML-0095	24	O-RING 2 - 243	PZAS.

MANO DE OBRA

<i>CANTIDAD</i>	<i>PUESTO</i>	<i>ACTIVIDAD</i>
1	MECANICO	MAQUINADO DE CARA DE SELLO
2	MECANICO	PULIDO DE CAVIDADES

HERRAMIENTAS

<i>CANTIDAD</i>	<i>UD. MEDIDA</i>	<i>DESCRIPCION</i>
3	PZAS.	BURILES
1	JGO.	FILTROS
4	PZAS.	PASTA DE DIAMANTE
1	PZAS.	TURBINA

APENDICE VII



>>>> GRUPO ALPURA <<<<< SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CALENDARIO SEMANAL DE ACTIVIDADES

SECCION: MECANICA
AREA: IMPRESION
PROGRAMA: RPT.07.10

CODIGO	DESCRIPCION	FRECUENCIA	TIEMPO		SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	No.
			ESTIMADO	HRS	5	6	7	8	9	10	11	
MAQUINA		HRS	HRS									
MDIM01	IMPRESORA KASE # 1											
	CABEZAL UD. ENTINTADO # 1	1460	8.0									75
	CADENA TRANSPORTADORA	4380	3.0									48
	LUBRICACION	336	2.0									157
MDIM03	IMPRESORA KASE # 3											
	TRANSMISION U.V	4380	2.0									23
	LUBRICACION	336	2.0									147
	CABEZAL UD. ENTINTADO # 4	1460	8.0									92
	MANDRILES	4380	4.0									108
	FLAMEADOR	4380	2.0									231
MDIM04	IMPRESORA KASE # 4											
	REDUCTOR INDEX	8760	6.0									60
	LUBRICACION	336	2.0									158
MDIM05	IMPRESORA VAN DAM # 5											
	MANDRILES	4380	4.0									96
	PORTAGRABADOS # 2	1460	6.0									15
	CARRUSEL	4380	2.0									42
	SIST. DE VACIO	8760	3.0									107
	ROTORES	4380	2.0									84
	TRANSMISION U.V	4380	3.0									99
MDIM08	IMPRESORA VAN DAM # 8											
	BRAZO ALIMENTADOR	4380	2.0									51
	CABEZAL UD. ENTINTADO # 6	1460	8.0									227
	ELEVADOR	4380	3.0									58
	TRATADO CORONA	4380	2.0									109
	TRANSMISION HUSILLOS	8760	3.0									17

OBSERVACIONES: _____

APENDICE VIII



**>>>> GRUPO ALPURA <<<<
SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
ORDEN DE TRABAJO MANTTO. PREVENTIVO**

PROGRAMA: RPT0204-206-207-0211
 FECHA DE LIBERACION: 21-07-01
 FECHA DEL PROX. MANTTO: 10-10-02

FOLIO: 1370
 HOJA: 1 DE 1
 FECHA: 22-07-01
 SEMANA: 30

SOLICITA: _____

AUTORIZA GCIA. MANTENIMIENTO: _____

AUTORIZA GCIA. PRODUCCION: _____

MAQUINA INYECTORA # 5 AREA INYECCION

CLAVE DE MANTTO MISC05 CALEFACCION MAQUINA

FRECUENCIA 8760 HRS SECCION ELECTRICA

PARO DE MAQUINA Y/O EQUIPO

ESTIMADO: _____ REAL: _____

H.H. ESTIMADO: _____ H.H. REAL : _____

ACTIVIDADES A REALIZAR

- | | |
|--|-------|
| 1.- LIMPIAR Y REVISAR COMPONENTES | () |
| 2.- RECABLEAR CONEXIONES ELECTRICAS | () |
| 3.- CAMBIAR COMPONENTES CON VIDA UTIL CUMPLIDA | () |
| 4.- CAMBIAR COMPONENTES DANADOS | () |
| 5.- LIMPIAR AREA DE TRABAJO | () |

() *E/EFFECTUADO ; N/PARTE NUEVA ; P/PENDIENTE ; R/REVISADO ; U/USADO
 L/LIMPIEZA ; C/RECONSTRUIDO ; A/AJUSTE*

RECIBIO PRODUCCION	ENTREGO MANTENIMIENTO
FECHA: _____	FECHA: _____
NOMBRE: _____	NOMBRE: _____
FIRMA: _____	FIRMA: _____

OBSERVACIONES: _____

APENDICE IX



**>>>> GRUPO ALPURA <<<<
SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PREPARACION DE REQUISICION DE COMPRA**

FECHA: Agosto 6, 2001
 HORA: 14:27:05
 SEMANA: 42, DEL 20/OCT/01 AL 26/OCT/01
 ULT. MANTTO: Julio 13, 2001
 FRECUENCIA: 1460 HRS

FOLIO: 371
 PAGINA: 1 DE 1

SECCION: MECANICA IMPRESION
 MAQUINA: IMPRESORA KASE # 2 (MDIM02)
 ACTIVIDAD: MANTTO. CABEZAL UD. ENTINTADO # 3

DESCRIPCION	COD. ALM.	U.M.	CANT.	COSTO. UNIT.	IMPORTE TOT.
BUJE C/PESTAÑA FL75-6 P-6109	KA-0002	PZA	1	\$ 34.50	\$ 34.50
SOPORTE YUKE P-1364-1	KA-0137	PZA	4	\$ 47.37	\$ 189.48
MECANISMO RESORTE DUCTOR P1364-2	KA-0104	PZA	2	\$ 37.23	\$ 74.46
SEGUROS TIPO E 5133-21	KA-0135	PZA	2	\$ 10.00	\$ 20.00
BUJE RODILLO DUCTOR B6188	KA-0043	PZA	2	\$ 748.61	\$ 1,497.22
BUJE FINAL B6206	KA-0114	PZA	8	\$ 144.85	\$ 1,158.80
SEGURO GUIA	KA-0087	PZA	4	\$ 130.00	\$ 520.00
BUJE GUIA P-1344-4	KA-0041	PZA	4	\$ 110.00	\$ 440.00
BUJE GUIA SIN AGUJERO P-1344-1	KA-0042	PZA	4	\$ 128.00	\$ 512.00
FLECHA DE RODILLO OSCILADOR A-1344-1	KA-0120	PZA	2	\$ 1,184.35	\$ 2,368.70
FLECHA DE RODILLO OSCILADOR A-654771	KA-0121	PZA	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
BUJE FL32-4	KA-0116	PZA	2	\$ 39.80	\$ 79.60
BUJE FL51-6	KA-0117	PZA	2	\$ 38.62	\$ 77.24
BUJE P-41-8 P6212	KA-0263	PZA	4	\$ 57.94	\$ 231.76
BUJE P-41-3 P6210	KA-0265	PZA	2	\$ 43.00	\$ 86.00
ROTULA TPE-6 P-6213	KA-0113	PZA	2	\$ 148.00	\$ 296.00
ENGRANE TRANSMISION RODILLO	KA-0350	PZA	1	\$ 707.87	\$ 707.87
BRAZO DUCTOR B-6169	KA-0258	PZA	1	\$ 982.00	\$ 982.00
RODILLO FORMADOR B-6181	KA-0136	PZA	1	\$ 2,491.68	\$ 2,491.68
RODILLO DUCTOR C-10169	KA-0133	PZA	1	\$ 2,300.00	\$ 2,300.00
RODILLO FUENTE B-13311	KA-0259	PZA	1	\$ 2,163.00	\$ 2,163.00

TOTAL MANTENIMIENTO \$ 17,430.31

OBSERVACIONES: _____

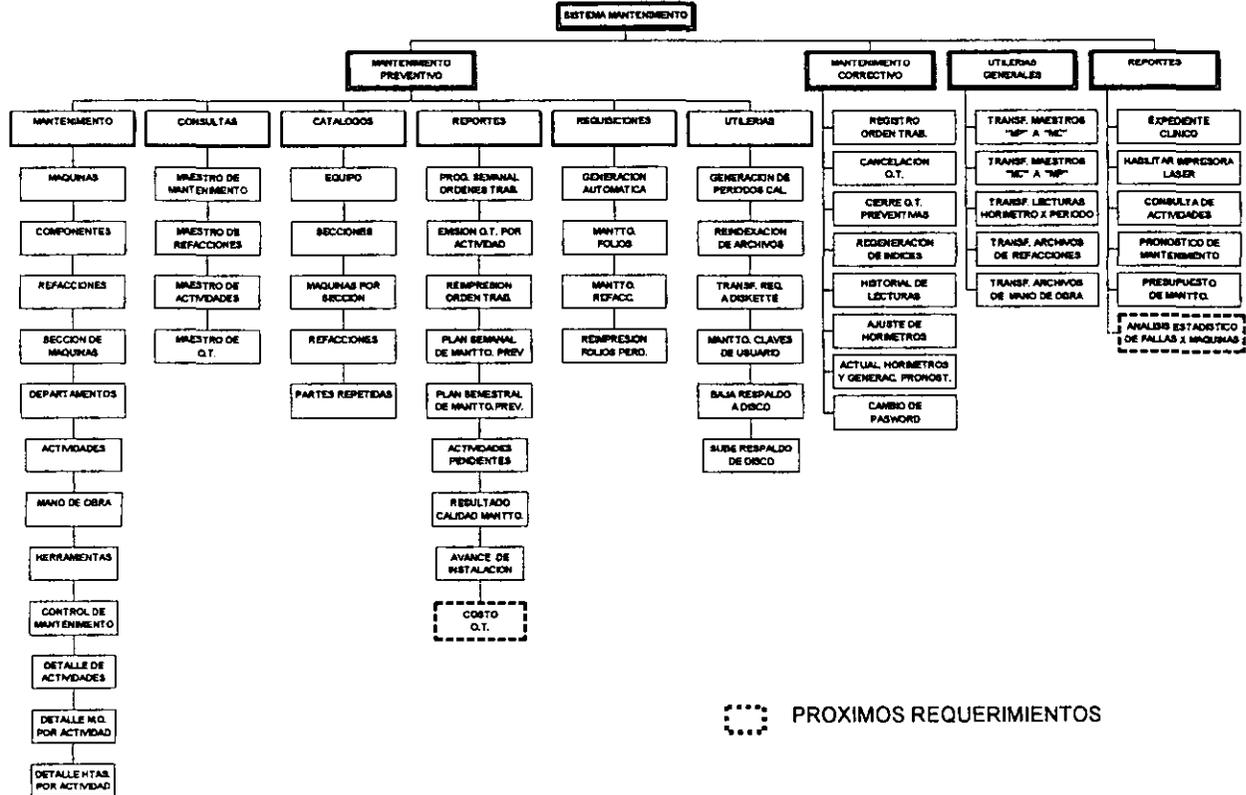
JEFE MANTENIMIENTO

GERENCIA MANTENIMIENTO

JEFE ALMACEN

APENDICE X.A

ESTRUCTURA SISTEMA MANTTO.

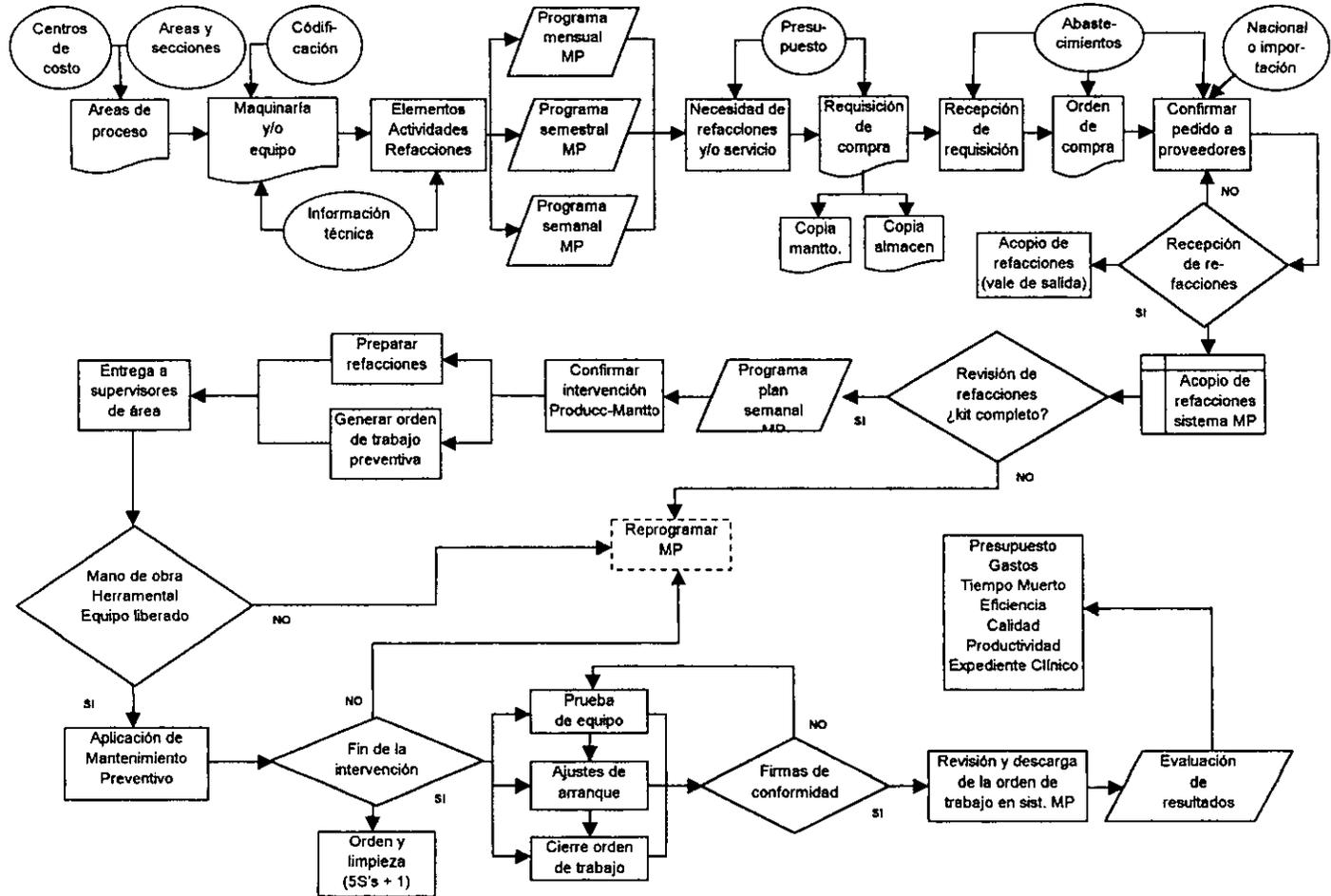


108

PROXIMOS REQUERIMIENTOS

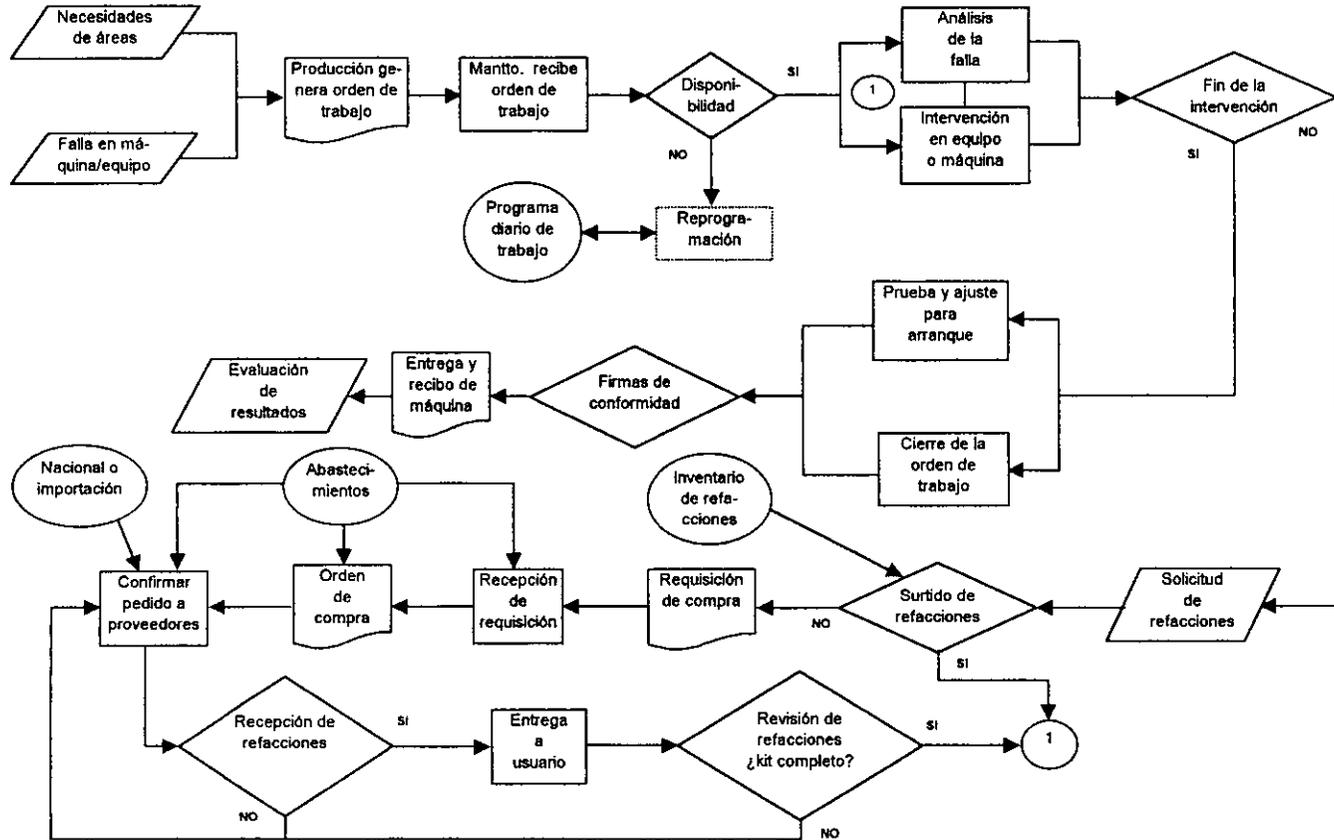
APENDICE X.B

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLASAL S.A DE C.V



APENDICE X.C

MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLASAL S.A DE C.V



BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Reingeniería;
Hammer Michael & Champy James;
Norma; Colombia 1994.

- 2.- Manual de Trabajo de Reingeniería de Procesos;
Harbour L., Jerry;
Panorama; México 1995.

- 3.- Reingeniería de la Organización;
Lowenthal N., Jeffrey;
Panorama; México 1995.

- 4.- Reingeniería. Empezar de nuevo;
Parro Roberto, Nereo;
Macchi; Argentina 1996.

- 5.- La Esencia de la Reingeniería de los Procesos de Negocios;
Peppard Joe & Rowland Phillip;
Prentice Hall; México 1996.

- 6.- Manual de Ingeniería Industrial;
Salvendy Gabriel;
Vol. II; Limusa; México 1991.

- 7.- En busca de la excelencia industrial. Just in Time, Las nuevas reglas de producción;
Beranger Pierre;
Limusa; México 1994.

- 8.- Introducción al TPM. Mantenimiento Productivo Total;
Nakajima Seiichi;
Productivity; México 1999.
- 9.- Programa de Desarrollo del TPM. Implementacion de
Mantenimiento Productivo Total;
Nakajima Seiichi;
Productivity; México 1999.
- 10.- TPM para Operarios;
Shirose Kunio;
Productivity; México 1999.
- 11.- Plan de Desarrollo de Mantenimiento;
Manual de Ingeniería y Mantenimiento;
Kimberly-Clark de México S.A. de C.V.;
México 1995.