

12



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN



"PLANEACION Y PROGRAMACION DEL DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO EN UNA INDUSTRIA QUIMICA EXAMENES PROFESIONALES
(POLICYD PRODUCTORA DE RESINAS DE PVC)"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA MECANICA ELECTRICISTA
P R E S E N T A :

REYNA ELIZABETH CHAVEZ RAMIREZ

ASESOR: ING. SANTOS CARLOS LOPEZ ESCOBAR

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLÁN**



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
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. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Planeación y Programación del mantenimiento en una industria
química (Policyd productora de resinas de PVC)"

que presenta la pasante: Reyna Elizabeth Chávez Ramírez
con número de cuenta: 8910313-5 para obtener el título de:
Ingeniera Mecánica Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 10 de Abril de 2002

PRESIDENTE	<u>Ing. Enrique Jiménez Ruiz</u>	<u>[Firma]</u> 23/04/02
VOCAL	<u>Ing. José Manuel Medina Monroy</u>	<u>[Firma]</u> 15-ABR-2002
SECRETARIO	<u>Ing. Santos Carlos López Escobar</u>	<u>[Firma]</u> 10-ABR-02
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Celina Elena Urrutia Vargas</u>	<u>[Firma]</u> 10-ABR-02
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Fernando Fierro Téllez</u>	<u>[Firma]</u> 12-ABR-02

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, que me enseñó afrontar los problemas más difíciles de la vida educándome con rectitud y honestidad.
Gracias mamá por darme la vida.

A mis hermanos Toño y Lupita por llenar mi vida.

A mi esposo por ser parte de mi vida, y por estar en mí.
Gracias por todos los días que me molestaste para lograr esta meta. TE AMO Gabriel

A Ing. Armando Barajas por apoyarme a la realización de este trabajo, y por enseñarme a desarrollarme en el ámbito profesional.
Gracias por ser un buen jefe.

A mis amigas, Marisa, Francisca y Anita porque realmente saben lo que significa el valor de un amigo.

A Claudio, Luis, Don Rafa, Nelly y Verónica por brindarme su ayuda incondicional

Y a todos aquellos que me faltaron... por haber participado en los pasos de mi vida.



INDICE

OBJETIVO

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO 1

- 1.1** Concepto de mantenimiento 2
- 1.2** Misión de mantenimiento 4
- 1.3** Políticas de mantenimiento 5
- 1.4** Definición del sistema de administración de mantenimiento 7
- 1.5** Arco de mantenimiento 8
- 1.6** Objetivos del sistema de administración de mantenimiento 12

CAPITULO 2

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO 13

- 2.1** Definición de planeación y programación 14
- 2.2** Objetivo de planeación y programación 14
- 2.3** Enfoque de la planeación y programación 15
- 2.4** Flujo de la planeación y programación de mantenimiento 17
- 2.5** Beneficios de la planeación y programación 19
- 2.6** Políticas del sistema de planeación y programación de mantenimiento 20
- 2.7** Guía para la implementación de un sistema de planeación y programación de mantenimiento 21
- 2.8** Contenido de los programas maestros de mantenimiento: preventivo, predictivo y correctivo 22
 - 2.8.1** Programa para mantenimiento correctivo 24
 - 2.8.2** Programa para mantenimiento predictivo 25
 - 2.8.3** Ordenes de trabajo para mantenimiento preventivo y predictivo 27

CAPITULO 3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO	29
3.1 Definición de mantenimiento y su clasificación	30
3.2 Objetivo del mantenimiento preventivo y predictivo	31
3.3 Prioridades del mantenimiento preventivo/predictivo	32
3.4 Selección de frecuencia de los programas de mantenimiento predictivo y preventivo	33
3.5 Medición de mantenimiento preventivo/predictivo	34
3.6 Mantenimiento predictivo como herramienta de mantenimiento preventivo	34
3.7 Áreas de influencia del mantenimiento preventivo y predictivo	36
3.8 Políticas de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo	36
3.9 Guía para la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo y predictivo	39

CAPITULO 4

MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	40
4.1 Definición	41
4.2 Objetivos	41
4.3 Indicadores de mantenimiento	42
4.4 Calculo de los principales indicadores de mantenimiento	44
4.4.1 Confiabilidad	45
4.4.2 Disponibilidad de equipo por mantenimiento	46
4.4.3 Disponibilidad total	47
4.4.4 Tiempo extra	49
4.4.5 Ordenes de trabajo	49
4.4.6 Capacitación	50
4.4.7 Ausentismo	50
4.4.8 Productividad de mano de obra	51
4.5 Políticas para la medición y evaluación del desempeño	52

CAPITULO 5	
APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA PRODUCTORA DE RESINA (POLICYD S.A. DE C.V.)	54
5.1 Antecedentes	55
5.2 Materias primas del PVC	56
5.3 Clasificación de los departamentos productivos de la planta	62
5.4 Organigramas	63
5.5 Situación actual de la empresa	68
5.6 Aplicación del sistema de planeación y programación en una Industria Química productora de resina (Policyd S.A. de C.V.)	79
CONCLUSIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	102



OBJETIVO

Por medio de un Sistema de Administración de Mantenimiento, implementar un sistema de Planeación y Programación con el fin de incrementar el mantenimiento preventivo-predictivo y reducir el mantenimiento correctivo.



INTRODUCCIÓN

Para realizar este trabajo se contó con datos que fueron proporcionados por la empresa Policyd S.A. de C.V.; y también de las investigaciones del documental que se realizó al trabajo del Ingeniero Bourden Coutler, quién actualmente realiza seminarios a grandes empresas por parte de la compañía AMERICAN MANAGEMENT ASSOCIATION; los cuales se diseñaron para ejecutivos y personal involucrado en el desarrollo y soporte de los recursos de mantenimiento:

- ✓ Superintendentes,
- ✓ Gerentes,
- ✓ Jefes y
- ✓ Supervisores de: mantenimiento, operaciones, producción y planta, ingenieros de planta, jefes de ingenieros, mejora continua e ISO.

Al conocer parte de su trabajo del Ingeniero Bourden Coutler facilitó la tarea de decidir en donde se tendrá que enfocar el presente trabajo.

Se concentró principalmente en la problemática que presenta actualmente la empresa Policyd, mejorando el **Sistema de Planeación y Programación de Mantenimiento**, ya que este tema es parte del Sistema de Administración de Mantenimiento (veáse la figura del arco de mantenimiento en el capítulo 1).

El Sistema de Administración de Mantenimiento de computo en Policyd no ha sido malo, porque se cuenta con bases de datos que ayuda a tener valores casi instantáneos para evaluar la eficiencia del departamento, pero la falta de organización del personal ha hecho que el sistema trabaje por si solo y no se toma en cuenta la problemática tan grande que se presenta día a día en los equipos, por ejemplo: no se analiza, por lo menos cada mes, cuantos correctivos hay por cada

equipo, si es que la frecuencia de preventivos es el adecuado para cada equipo, no se realiza un estudio de tiempos y movimientos para la realización de las tareas de ejecución de mantenimiento ya sea correctivo o preventivo.

No hay un buen chequeo de las actividades por parte de los supervisores de departamento (mecánico, eléctrico e instrumentación), no existe una buena comunicación del supervisor hacia el personal o viceversa y, esto con el pretexto de que *"no hay suficiente personal para realizar el trabajo al 100%"*.

Al ser parte del trabajo de mantenimiento, se da uno cuenta que lo dicho anteriormente tiene una solución, aunque se tardaría un tiempo en tener resultados sobresalientes, que sería el tiempo de la implementación de este proyecto.

Para iniciar con la elaboración de este trabajo se enfoca los títulos de la siguiente manera:

En el capítulo 1, se da el significado de **mantenimiento**, es importante entender este significado porque es parte esencial para el progreso de la industria, al igual que el concepto de Administración de Mantenimiento.

El concepto de Administración de Mantenimiento, así como, su misión y filosofía se redactarán de una manera sencilla, ya que es donde se parte la investigación de este trabajo, siguiendo los criterios del Ingeniero Bourden Coutler y así, tener bases para entender aún más ésta investigación. Es importante mencionar que la información proporcionada en este capítulo es para entender la importancia que tiene estos conceptos ya que con el buen uso cotidiano de ellos podríamos tener un buen manejo del departamento de mantenimiento. Si con el paso del tiempo esto se olvida solo se entraría en la rutina y no se tomarían en cuenta los cambios que se lleguen a realizar en la Planeación y Programación de Mantenimiento.

En el capítulo 2, se mencionan los conceptos y secuencias que se deben de tener en la Planeación y Programación de Mantenimiento, al igual se contempla una

distribución de funciones del personal, con al finalidad de contar con un grupo que se responsabilice de la Planeación logrando a través de esto, el mejoramiento de la Productividad y optimización de la calidad del servicio de mantenimiento para contribuir a la continuidad de las operaciones y por otro lado aprovechar al máximo las funciones de ingeniería y facilitar las actividades del personal en su ejecución.

Los formatos que se entregan como ejemplo, pueden tener modificaciones según la industria que lo requiera, (siempre y cuando no pierda la esencia de su significado) no es necesario que se realicen tal cual como se están presentando.

En el capítulo 3, se especifica todo lo involucrado y relacionado con el Mantenimiento Preventivo y Predictivo, fijando en principio su misión, concepto y objetivos, estableciendo las definiciones de: Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo, e inclusive ir más lejos al concepto de mantenimiento de Emergencia.

De igual forma se establecieron las políticas, normas y procedimientos, ya que su mención e implementación son de vital importancia, para las correctas operaciones de nuestro Mantenimiento.

Es por ello que al tratar cada uno de los conceptos, se hizo un profundo análisis de la problemática que se encuentra en el departamento de mantenimiento, de tal manera, que se apegaran a las necesidades y con la idea fundamental de que siempre se mantengan actualizados, es decir, que se trate de enfocar un sistema de Mantenimiento Preventivo-Predictivo cambiante y dinámico, para que no se pierda en la obsolescencia a través del tiempo.

En el capítulo 4, se tendrá el resultado de lo que se haya ejecutado de una buena planeación y programación de mantenimiento, porque hay que tomar en cuenta los recursos materiales y humanos, porque sufren deterioro con el paso del tiempo, es por ello, que para prolongar la vida útil de los equipos, se practica el mantenimiento

preventivo-predictivo (antes de ocurrir una falla) y el mantenimiento correctivo (cuando ya ocurrió la falla).

En el caso de recursos humanos, el mantenimiento se aplica actualizando y superando los servicios.

Se cree que es fundamental la labor del planeador como un enlace cerebral de los recursos humanos, para obtener resultados favorables. Pero no se debe olvidar que, en alguna forma todos somos planeadores de sucesos posteriores.

Todos los datos necesarios para obtener ciertos resultados se realizan por medio de procedimientos de actividades en forma secuencial, que conducen a la elaboración gráfica de una estrategia para evaluar tiempos y movimientos, enlazados con materiales y la organización administrativa de los mismos.

También se relaciona y se define la participación congruente de cada una de las diferentes ramas y departamentos involucrados en el sistema, dando por resultado a lo que se le llama *indicadores de mantenimiento*, que son los resultados que se entregan a la Gerencia de la Planta, para la evaluación del departamento de Mantenimiento.

En el capítulo 5, aquí se dan a conocer las referencias de la planta a analizar, así como las materias primas principales y el proceso del producto a realizar. Al igual desglosa los equipos más importantes que hay durante en proceso así como, lo peligroso que es este tipo de industria.

Al analizar la problemática de la industria, se trata de dar soluciones certeras a la investigación de **planeación y programación de mantenimiento**.

Dicha investigación contiene datos reales, al igual que el desarrollo de implementación, para así mostrar la problemática que presenta la empresa.



CAPITULO 1

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO



CAPITULO 1

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

1.1 CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

La conservación de los equipos de producción es una necesidad básica para la productividad de las fábricas así como la calidad de los productos.

Es un reto industrial que implica la revisión de las estructuras actuales y la promoción de métodos actualizados a la naturaleza de los nuevos materiales.

CONCEPTO.- Conjunto de acciones que permiten "**mantener**" o "**restablecer**" un bien en un "**estado específico**" o en la medida de asegurar un servicio determinado, para que el material se encuentre en buen estado así como las instalaciones de edificios, industrias etc.

Mantener comprende la noción de **prevención** en un sistema en funcionamiento. **Restablecer** contiene la noción de **corrección** consecutiva a una pérdida de función. **Estado específico** o servicio determinado que supone la predeterminación del objetivo a conseguir, con la categoría de los niveles característicos.

Las funciones de mantenimiento en términos muy generales, se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción, de modo que cumpla los requisitos normales de proceso.

La determinación de lo antes mencionado, depende de diversos factores como: *el tipo de industria, el tamaño, la política de la empresa, las características de la producción etc.*

Aún así, las tareas encomendadas al departamento encargado de mantenimiento pueden diferir entre distintas empresas, atendiendo a la estructura organizacional de las mismas, con lo que las funciones de mantenimiento en cada tipo de empresa no serán obviamente las mismas.

Por lo tanto, dependiendo de estos factores, el campo de acción de las actividades, un departamento de mantenimiento se puede clasificar de la siguiente manera:

1) FUNCIONES PRIMARIAS

- Mantenimiento del equipo existente en la planta.
- Mantenimiento de los edificios existentes en la empresa y otras construcciones.
- Inspección y lubricación del equipo.
- Producción y distribución de equipo.
- Modificaciones al equipo y a edificios existentes
- Nuevas instalaciones al equipo y edificios.

2) FUNCIONES SECUNDARIAS

- Almacenamiento.
- Protección de la planta, incluyendo los sistemas contra incendio.
- Disposición de desperdicios.
- Recuperación.
- Administración de seguros.
- Contabilidad de los bienes.
- Eliminación de contaminaciones y ruidos.

El mantenimiento es una función integrada en la vida de la empresa y en donde el técnico de mantenimiento es un hombre de contacto.

1.2 MISIÓN DE MANTENIMIENTO

Es importante establecer misiones para así lograr las metas que se quieren obtener al final de cada sistema, para el mantenimiento se establecen las siguientes:

- 1) Mejorar la continuidad de las operaciones mediante planes efectivos tendientes a disminuir las interrupciones atribuibles a fallas de los equipos.
- 2) 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 e instalaciones de la empresa para hacer perenne nuestra operación.
 - Participar en la modernización de las instalaciones manteniéndose al día en tecnología de alto nivel a fin de ser más competitivos y eficientes.
 - Mejorar el atractivo de las instalaciones, con un alto standard de la seguridad, orden y limpieza.
 - Integrarse con las áreas a fines a mantenimiento para participar activamente en el logro de los objetivos comunes de la compañía.
 - Administrar los recursos humanos para la eficiencia de su uso, propiciando un ambiente que ayude a desarrollar un alto nivel de moral y productividad en los trabajadores y empleados.

1.3 POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO

La política de mantenimiento (o estrategia) consiste en definir los objetivos técnico-económico relativos a la toma de su cargo del material de una empresa por el servicio de mantenimiento.

Estas políticas son:

- 1) Todo responsable de área, gerente, superintendente 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, del uso de su trabajo y del uso efectivo de sus recursos.
- 4) Mantenimiento está autorizado para llevar a cabo modificaciones, construcciones e instalaciones solo cuando la carga de trabajo de mantenimiento lo permita.
- 5) La carga de mantenimiento, será medida sobre una base regular (órdenes de trabajo, planeación, frecuencia, pendientes, etc.), para ayudar a determinar el tamaño correcto y composición de la fuerza de trabajo.
- 6) La productividad de mantenimiento, será medida en forma regular y continua, para monitorear la eficiencia y control de la mano de obra.
- 7) Mantenimiento utilizará técnicas de diagnóstico y de detección (análisis de vibraciones, termografía, medición de espesores, etc.), para llevar a cabo el Programa de Mantenimiento Predictivo y Preventivo, el cual asegurará reparaciones efectivas para minimizar paros y extender la vida del equipo.
 - i. Se integrarán efectivamente las rutinas de: Lubricación, Servicio Oportuno y pruebas no destructivas, serán integradas efectivamente en el Programa de Mantenimiento Preventivo.

- 8) Se aplicarán en la Planeación y Programación en forma detallada los trabajos complejos, como: reparaciones mayores, trabajos críticos para operaciones y reemplazos para componentes mayores para asegurarse de que el trabajo se termine pronta y productivamente, también se incluirán los trabajos de rutina estarán incluidos en los programas semanales.
 - i. Los trabajos de emergencia, se sujetarán a procedimientos especiales.
- 9) Se utilizará un sistema de ordenes de trabajo, para solicitarlo y controlarlo.
- 10) Mantenimiento publicará un procedimiento para establecer prioridades, lo cual permitirá a otros departamentos, comunicarse formalmente a cerca de los trabajos y al departamento de mantenimiento, asignar efectivamente sus recursos.
- 11) Ninguna pieza y/o accesorio, se removerán de cualquier unidad de equipo para restaurar otra unidad a condiciones operativas, sin la autorización explícita de los superintendentes de mantenimiento y de operación.
- 12) Mantenimiento desarrollará y usará información concerniente a la utilización de mano de obra (H-H disponible vs H-H reales trabajadas), estado del trabajo (ordenes de trabajo solicitadas, pendientes, terminadas, en ejecución o canceladas); costo (costo de mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y de servicios contratados) e historia de reparaciones (que es lo que realizaron en el mantenimiento del equipo), para asegurar un control efectivo de sus actividades y decisiones económicas relativas, tales como reemplazo de equipo, para desarrollar y utilizar técnicas efectivas que faciliten la administración.
 - i. Se utilizarán índices de desempeño (ver capítulo 5) para evaluar los logros a corto plazo y las tendencias a largo plazo.

- ii. La utilización de mano de obra, estado del trabajo, pendientes, costo e historia de reparaciones de equipos los cuales se deberán capturar en bases de datos que tienen que se generan por la empresa a la que se esté trabajando para un fácil manejo y desarrollo.
- 13) Se acatarán estrictamente los procedimientos para mantener existencias de refacciones y para comprar materiales o servicios.
- 14) Toda modificación a instalaciones y/o equipos será de acuerdo a un procedimiento establecido.
- 15) Se utilizará tecnología actualizada para facilitar el mantenimiento efectivo.
- 16) Todo el personal de mantenimiento, se capacitará en técnicas de mantenimiento. los supervisores se capacitarán en procedimientos gerenciales y administrativos. Deberán hacerse evaluaciones periódicas para asegurarse que el personal ha aprovechado la capacitación y se le proporcione un recordatorio del mismo.
- 17) Mantenimiento publicará un glosario de términos para asegurar el uso y el entendimiento uniforme.
- 18) En los paros programados, mantenimiento recibirá los equipos a tiempo y en condiciones requeridas para el trabajo. Igualmente los entregará Mantenimiento.
- 19) Se respetarán en tiempo y frecuencia los programas de mantenimiento acordados con operación.

1.4 DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Definición: el Sistema de Administración de Mantenimiento es un proceso de mejora continua enfocada a la prevención.

El Sistema de Administración de Mantenimiento y todo lo que ello implica como es: el mantenimiento preventivo-predictivo, planeación de mantenimiento, programación, etc., constituyen en conjunto una ventaja competitiva para la empresa. Es una forma de hacer las cosas y de formar parte de las descripciones de puesto de todos nosotros. Requiere paciencia, persistencia y un cuidado meticuloso de la ejecución de los trabajos, los resultados del Sistema de Administración de Mantenimiento se producen con trabajos bien hechos y a tiempo. Debe enfocarse a los detalles concretos del proceso de ejecución para eliminar los diversos factores que impiden una ejecución fluida; tiempos de entrega largos de materiales, cuellos de botella, fallas de equipo y defectos de calidad, para ello disponemos de diversas herramientas como EMC'S, Ingeniería de Mantenimiento simplificación de trabajo, Planeación de Mantenimiento, entrenamiento de personal, etc. Debemos adecuar políticas, procedimientos, métodos y sistemas para optimizar el proceso de ejecución.

1.5 ARCO DE MANTENIMIENTO

El Arco de la Administración de Mantenimiento, fue desarrollado por Borden Coutler, Ingeniero Mecánico Industrial con Maestría en Administración. Es consultor certificado de administración y presidente del Consejo Omega, Consultants, Inc. En E.U.A.

En este Arco se muestran los bloques del Sistema de Administración de Mantenimiento, en donde los más importantes: Sistemas de Orden de trabajo y definiciones gerenciales (misión, concepto, política y objetivos), quesoportan el sistema. Este arco se muestra en la figura 1.

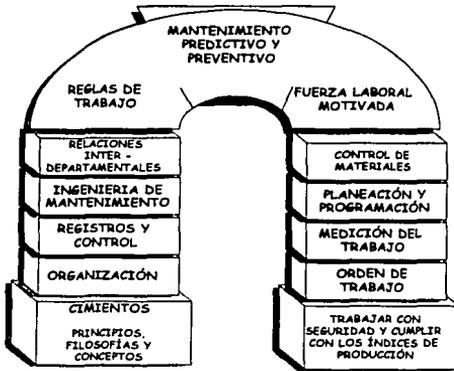


FIGURA 1

ARCO DE MANTENIMIENTO DE BORDEN COUTLER
 (American Management Association "Maintenance Planning")

1.6 FILOSOFÍA DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO.

La importancia de la función de mantenimiento no ha sido nunca cuestionada. A pesar de que el mantenimiento no tiene nada de glamour de las funciones de Marketing o de Investigación y Desarrollo de que no ha recibido de recibir una atención estrecha por parte de la organización de la producción, es más aparente que cuando mantenimiento no hace función adecuadamente, el hecho no pasa inadvertido. Las operaciones inseguras, el tiempo de paro de producción y la pérdida de calor, luces, otras instalaciones y el producto tienen otros efectos mayores que llegan muy lejos sobre la organización.

Sin embargo, ¿Por qué se hace un énfasis tan grande de la función ahora? ¿porqué está la gerencia de planta tan compenetrada con la responsabilidad completa de mantenimiento?, principalmente se debe al nivel de los gastos de mantenimiento en relación de los costos directos e indirectos de producción. Estos altos costos lógicamente resultan de la medida en aumento o de la complejidad de las operaciones que están capitalizando en tecnología sofisticada.

Aún en este ambiente de complejidad en aumento, las compañías de todo el mundo, están encontrando la madurez del mantenimiento para obtener ganancias en la productividad. Hay inmensas oportunidades para el óptimo desempeño de mantenimiento cuando en la gerencia de la planta vuelve su atención a la función. "La mayoría de las compañías han visto crecer sus operaciones de mantenimiento en una cifra alarmante durante los últimos años, aunque no necesariamente desean detener este crecimiento, cuando menos quieren asegurarse de que el crecimiento se requiere totalmente y que está estrechamente controlado, en otras palabras, bien manejado. La experiencia en un gran número de compañías sugiere que el nivel de productividad de mantenimiento puede mejorarse en un tercio o más al enfocar algo de atención de la gerencia en esta función"[♦].

La mayoría de las Plantas han visto crecer su operación de mantenimiento en una manera alarmante durante los últimos cinco años. Muchas de las Plantas han adoptado el concepto unitario de negocio en el cual mantenimiento reporta al mismo gerente de producción. Una de las razones para hacer esto es asegurar que el crecimiento de mantenimiento sea absolutamente necesario y estrictamente controlado.

Si sabemos cuales son los planes de mantenimiento, podemos determinar que se necesitan ciertos controles son necesarios para mantener los costos por trabajador y materiales dentro de los límites presupuestales, así como también cumplir con las fechas de cierre de proyecto a un buen nivel de trabajo. Si no se ha seleccionado al personal adecuado para el trabajo y no ha sido entrenado para hacer su trabajo, el control está dejando esto afuera. Sin embargo, esto no logrará que el trabajo se haga. Cuando decimos que la Gerencia debe de mantener sus operaciones estrechamente controladas, estamos hablando de un control total de los recursos tanto humanos como físicos.

[♦] Comentario fue dado por Bourden Coutler, ya que ha realizado investigaciones en varias empresas por el manejo del departamento de mantenimiento.

Virtualmente en cada operación de Mantenimiento, hay tuberías tapadas con desperdicio que pueden destaparse, dada una aplicación de principios administrativos, objetivos, políticas y procedimientos.

Los estudios hechos en todo el mundo (Por investigaciones en algunas empresas y por las que hizo el Ing. Bourden Coutler) encuentran que el problema más grande de mantenimiento es la manera en que se *administra*. La buena administración de mantenimiento siempre ha sido un objetivo evasivo, con la efectividad de mantenimiento jalando el desempeño de producción. Los costos de mantenimiento no son controlados tan efectivamente en muchas organizaciones como lo son los costos de manufactura, así que la gerencia de planta a menudo siente que mantenimiento es uno de los eslabones más débiles en el control de los costos.

Sin embargo, la existencia de organizaciones no efectivas en mantenimiento en nuestra sociedad industrial, de las que hay muchas, no debe considerarse como una acusación de administración sino como una de las fronteras a desafiar en el progreso industrial futuro. Lo que ahora es considerado como sistemas que hacen perder el tiempo e ineficientemente, fue considerado hace unas cuantas décadas lo que mejor funcionaba. La sociedad industrial nunca se queda estática y nunca lo ha hecho desde el comienzo de la revolución industrial. Un sistema de administración que funcione bien el día de hoy, siempre tenderá a quedarse atrás ya que tradicionalmente la tecnología de producción siempre ha recibido mayor énfasis que la tecnología de mantenimiento.

Este balance puede estar cambiando ahora. Debido a la intensa competencia mundial y a la capacidad en exceso de producción, las necesidades actuales nos llevan a minimizar al gasto de operación más que a minimizar el volumen de producción. Es por lo tanto, razonable esperar un avance más rápido en la tecnología de mantenimiento en las próximas décadas lo que ha habido en el pasado.

Mantenimiento, como un recurso de la reducción de costos; no puede ignorarse por un gerente de planta o mantenimiento tiene que estar consciente de las ganancias. A pesar de que existe un fuerte empuje para lograr ahorros directos, debe demostrarse a la Gerencia de planta, por paradójico que parezca, que el dinero y horas de ingeniería invertidos en mantenimiento se reflejarán en el resultado final y en "la ganancia de la inversión".

1.7 OBJETIVOS DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO.

- Lograr una disponibilidad de mantenimiento de más de 95% en todas las áreas, tratando de ser lo más veraz posible de su medición.
- Incrementar la confiabilidad del equipo a más del 98% afectando éste número por un factor de eficiencia cuando sea aplicable.
- Reducir el inventario de refacciones en un 10% a valor en pesos reales.
- Incrementar la productividad de la mano de obra a un 85% haciendo mediciones mensuales.
- Controlar los costos de mantenimiento, logrando una variación de cero respecto al presupuesto.
- Cero accidentes.
- Hacer una auditoria por mes, para verificar orden y limpieza en las áreas.
- Capacitación al personal de mantenimiento mínimo un 3% de tiempo real.



CAPITULO 2

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO



CAPITULO 2

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO

2.1 DEFINICIÓN DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

PLANEACION: Es una preparación administrativa de trabajos seleccionados por anticipado, de manera que su ejecución pueda ser realizada más eficiente.

Determina a dónde se quiere llegar, señalando los recursos requeridos para ello, así como los lineamientos a seguir y los tiempos estimados. ¿Qué es lo que se va a hacer?, ¿dónde?, ¿cuándo? y ¿cómo?

PROGRAMACION: es una actividad conjunta entre mantenimiento y producción. Mantenimiento proporciona los recursos para su ejecución del trabajo y Producción hace que el equipo esté disponible, debiendo coincidir las dos acciones.

2.2 OBJETIVO DE PLANEACION Y PROGRAMACION

PLANEACION: Determinar y asegurar los recursos necesarios para programar un trabajo.

- Reducir los trabajos de emergencia.
- Optimizar los trabajos de mantenimiento.
- Analizar, medir e informar los resultados de mantenimiento.

PROGRAMACION: Establecer el mejor tiempo para la realización del trabajo.

- Evitar interrupciones de producción.
- Eficientar los recursos de mantenimiento.

2.3 ENFOQUE DE LA PLANEACION Y PROGRAMACION

PLANEACION: Debe estar enfocada a:

- Seleccionar los trabajos a planear y acomodarlos en sus elementos y secuencia básica.
- Establecer la cantidad de horas-hombre que se requieren por cada paso del trabajo.
- Preparar la lista de materiales determinables.
- Determinar que herramientas especiales se van a necesitar.
- Revisar los trabajos según se requiera, junto con otras personas que participan en ellos, en lo que respecta a las necesidades de mano de obra por especialidad, herramientas, transportación, equipo pesado e instalaciones.
- Negociar las mejores prioridades que se puedan obtener.
- Calcular los costos estimados de la mano de obra y de los materiales.
- Obtener las aprobaciones adicionales, conforme sean requeridas:
 - Considerando el aspecto técnico para las modificaciones.
 - Considerando los costos estimados para cada orden de trabajo.

PROGRAMACION: Debe considerar para:

- Establecer las prioridades, lo cual nos obliga a determinar cuando y a que paso, se debe de terminar cada etapa del trabajo, para cumplir con los compromisos adquiridos de la prioridad asignada en cada caso, poniendo las herramientas y los materiales determinables, en lugar adecuado y en el momento preciso.
- Incluir los trabajos enfocados a remplazo de equipos, modificaciones o nuevas instalaciones que se derivan de los proyectos aprobados para cada área, los cuales determinan en muchos casos el tiempo total estimado de paro de las operaciones..
- Determinar los tiempos de ejecución en base a la fuerza de trabajo disponible, tomando en cuenta las especialidades y la supervisión.

- Elaborar el programa correspondiente, semanal, de paro programado (incluye festivos), o de paro mayor (de más de un día de duración), de manera que la programación incluya todos los días , el día completo de trabajo de cada hombre.
- Revisar con los involucrados en la ejecución de los programas el alcance de los mismos, lo cuál permitirá minimizar los errores.
- Obtener la aprobación oficial del programa total considerando que la intervención del dueño del equipo (operación) se tiene en todo el proceso de programación.
- Inspeccionar mediante el seguimiento que se este cumpliendo con el programa

Para obtener una organización eficaz de mantenimiento es importante pensar seriamente en todos los factores que en ella intervienen, tales como:

1. Planeación y Programación.

- Ingeniería
- Ejecución
- Registros
- Reportes

2. Mantenimiento Predictivo.

- Lubricación
- Análisis de vibraciones
- Termografías
- Temperatura
- Lectura de instrumentos

3. Mantenimiento Preventivo

4. Mantenimiento Correctivo

5. Sistema de Ordenes de Trabajo

6. Control de la fuerza de trabajo.

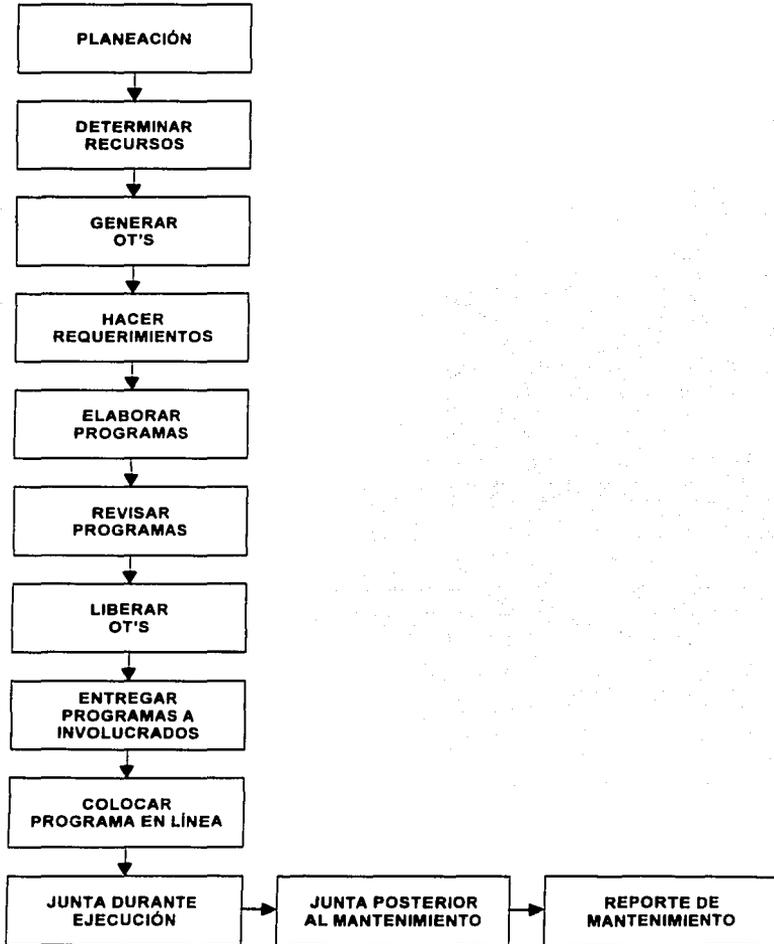
De acuerdo a la experiencia de otras empresas han encontrado que la función de Planeación y Programación es una de las más importantes que hace la organización de Mantenimiento.

Un programa de Planeación y Programación bien organizado puede ser un gran adelanto para que el departamento de Mantenimiento tome el sitio que le corresponde "solo como departamento de mantenimiento" en cualquier organización. Ese programa ayuda a Mantenimiento a lograr la mayor eficiencia y los costos más bajos permitiendo dar servicio al equipo de producción con un mínimo de tiempo de paros y de demora en los programas de operación.

2.4 FLUJO DE LA PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

Todos los requerimientos de los servicios de Mantenimiento (excepto emergencia), son canalizados al departamento de Planeación a través de Sistemas de Ordenes de Trabajo, herramienta que lo convierte en el Centro de Administración de Mantenimiento, el cual soportado técnicamente por Ingeniería, ayudado por los archivos de consulta y con la autorización de Producción, se responsabiliza de determinar qué, cómo y donde, deberán ejecutarse los trabajos, pronosticando cuantos recursos son necesarios para ello; estableciendo el tiempo que se requiere para cada actividad y de acuerdo con producción deciden cuándo deben ejecutarse estos, coordinándose de ser necesario, con Proyectos para incluir los trabajos de nuevas instalaciones o modificaciones. Una vez que el trabajo se ejecuta, Planeación analiza, mide e informa los resultados obtenidos para mantener actualizados los archivos y optimizar sus funciones, como se muestra en la siguiente figura :

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN



2.5 BENEFICIOS DE LA PLANEACION Y PROGRAMACION

Para la Planta

- El trabajo se planea mejor. Reduce problemas con:
 - ~ Disponibilidad de material.
 - ~ Disponibilidad del equipo.
 - ~ Entrega del material.
- Optimizar los recursos de Mantenimiento.
- Provee retroalimentación en los problemas.
- Realza los procedimientos de seguridad y ambiental.

Para la Gerencia

- Cumple con el compromiso con el cliente.
- Mejora el servicio.
- El trabajo se completa a tiempo, basado en las prioridades del cliente.

Para la Supervisión de Mantenimiento

- Permite mayor tiempo para supervisar.
- Proporciona una manera de medir el desempeño.
- Identifica el problema por anticipado.

Para los Trabajadores

- Proporciona instrucciones claras del trabajo.
- Menos obstáculos.
- Menos interrupciones y demoras.

Para el Operador

- Los trabajos se preparan en el turno.
- Menos interferencia de los mecánicos cuando los trabajos se preparan al comienzo del turno.
- Menos trabajo hecho en manera oportuna.

Para el Programador de Planta

- Efectividad mejorada
- Mejor uso del tiempo.
- Mayor control administrativo.

2.6 POLITICAS DEL SISTEMA DE PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

- 2.6.1** Todo responsable de área, asegurará el cumplimiento de los procedimientos relacionados con planeación.
- 2.6.2** Lo no planeado no se hace.
- 2.6.3** Planeación será responsable de la correcta utilización de los servicios del Sistema de Ordenes de Trabajo.
- 2.6.4** Los trabajos de Emergencia, serán realizados fuera de las funciones del Departamento de Planeación.
- 2.6.5** La planeación será responsable del seguimiento de la Orden de Trabajo desde su apertura hasta su terminación.
- 2.6.6** Toda Orden de Trabajo que modifique un equipo o instalación, será asignada al Departamento de Proyectos.
- 2.6.7** No se programará ningún trabajo hasta que haya sido autorizado o consultado con responsables de Producción y Mantenimiento.
- 2.6.8** Planeación no decide quien ejecuta los trabajos.
- 2.6.9** Los programas de paros (mayor, programado, festivo), una vez revisados y aprobados, deben de ser respetados por las gerencias.
- 2.6.10** Almacén de refacciones es responsable de proporcionar en sitio las refacciones requeridas para ejecutar los trabajos.
- 2.6.11** Planeación será la vía de comunicación que reciba, analice, valores y difunda la información referente a la medición y evaluación del desempeño de Mantenimiento.
- 2.6.12** La carga de trabajo pendiente por mantenimiento, no excederá de 6 semanas.

2.6.13 Planeación elaborará un programa de actividades anteriores y del Paro, (limpieza de áreas, drenado de equipos, procedimientos de seguridad), deberán ser incluidas en el programa correspondiente.

2.7 GUIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACION Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

Planeación

- Elige el personal de Planeación y define su esfera de actividades.
- La planeación debe ser una actividad dinámica, no una rutina de oficina.
- Analiza cada trabajo en el campo para:
 - ~ Segregar los trabajos y acomodarlos en su elemento y secuencia básica.
- Establece la cantidad de horas-hombre que se necesitan para cada paso del trabajo.
- Prepara las listas de materiales determinados.
- Determinan que herramientas especiales se necesitan.
- Revisa los trabajos según sea necesario, junto con otras personas que participan en ellos, en lo que respecta a necesidades de mano de obra por especialidades, herramientas, transportación, equipo pesado e instalaciones.
- Negocia las mejores prioridades que pueda obtener.

Estimación

- Proporciona por anticipado las necesidades de horas-hombre, datos de costos, por tipo de especialidades requeridas, y por tiempo.
- Determina mediante estimaciones u otros medios como una base de datos del trabajo realizado, de los datos que proporcionen los de mas departamentos que pertenecen a la planta, las horas necesarias, a los niveles de productividad esperados.
- Calcula los costos estimados de mano de obra de materiales.

- Obtiene las aprobaciones adicionales, conforme sean requeridas para los costos estimados de cada orden de trabajo.

Programación

- Determina cuándo y a qué paso, se debe terminar cada etapa del trabajo, para cumplir con los compromisos adquiridos de la prioridad asignada en cada caso.
- Pone las herramientas y los materiales determinables, en el lugar adecuado y en el momento preciso.
- Programa las especialidades y la fuerza de trabajo de supervisión, de manera que la Programación influya, todos los días, el día completo de trabajo de cada hombre.
- Inspeccionar mediante seguimiento que se esté cumpliendo todos los días con el programa,

Medición de los Trabajos

- Acepta alguna forma de medición de los trabajos, que se usará para calcular el tiempo y costo de cada orden de trabajo planeada para intercalarlas con inteligencia en el Programa:
 - ~ Según antecedentes históricos.
 - ~ Medición de las estimaciones
 - ~ Normas industriales.

2.8 CONTENIDO DE LOS PROGRAMAS MAESTROS DE MANTENIMIENTO: PREVENTIVO Y PREDICTIVO

El siguiente listado que se presenta es un programa maestro de lo que tiene que contener un programa de mantenimiento preventivo-predictivo.

- 1.- Descripción del equipo.
- 2.- Número de equipo.

- 3.- Orden de trabajo por equipo.
- 4.- Tiempos de cada revisión o inspección.
- 5.- Balance de la carga de trabajo contra mano de obra mensual y anual.
- 6.- Tipo y número de operación.
- 7.- Asignación.
- 8.- Que indique las frecuencias de inspección o reparación.
- 9.- Que indique trabajos a efectuar en cada inspección o reparación.
- 10.- Que grafique (gráfica Gantt*), la secuencia de actividades programadas.
- 11.- Que proporcione con valores y gráficas, las tendencias de desviación de los registros tomados por equipo.
- 12.- Que proporcione listado de equipos a inspeccionar o reparar semanalmente, indicando equipos con desviaciones, fuera de sus valores estándar (con diagnóstico de fallas posibles), que estén fuera de programa.
- 13.- Que indique prioridades.
- 14.- Que indique el tipo de mantenimiento.

Ver el siguiente formato

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																
DEPARTAMENTO :			ELABORO :													
SUPERVISOR :			APROBO :													
FECHA DE ELABORACION :																
H/H DISPONIBLES :			H/H PROGRAMADAS :													
N° O.M.	ACTIVIDAD/EQUIPO	PRIORIDAD	FECHA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FREC
1	No. Descripción del equipo			ESTIM												
	orden Numero del equipo			REAL												
2				ESTIM												
				REAL												
3				ESTIM												
				REAL												
4				ESTIM												
				REAL												
5				ESTIM												
				REAL												
6				ESTIM												
				REAL												
7				ESTIM												
				REAL												

REALIZO	AUTORIZO	AUTORIZO
_____ ING. PLAN. DE MANTO	_____ SUPT. DE INGENIERIA	_____ SUPT. DE OPERACIONES
C Coordinación N Normal	S Seguridad U Urgente	PP Producción A Ambiental
		P Paro de planta Q Calidad

* Una *gráfica de Gantt* es un diagrama de barras que muestra la relación entre actividades en el tiempo. Las actividades del proyecto se listan verticalmente, en tanto que los tiempos se señalan en forma horizontal. Libro: Administración de la Producción y las operaciones (conceptos, modelos y funcionamiento) Everett E. Adam, Jr, Roland J. Ebert, Prentice Hall 4ª Edición, pp 373.

2.8.1 PROGRAMA PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Tomando como base la información que se proporciona, del mantenimiento preventivo y predictivo, es necesario poner en marcha un programa de mantenimiento correctivo para eliminar las causas de las fallas, analizando el ¿Qué? ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Porqué?; ocurrieron dichas fallas. Este programa deberá comprender rediseño o modificaciones al equipo, capacitación del personal, mejores materiales, mejores herramientas, así como métodos de mantenimiento estandarizados para los trabajos repetitivos.

Este programa deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ Efectuar análisis de fallas encontradas durante las revisiones de mantenimiento Preventivo/Predictivo, para buscar las posibles causas y tomar acciones correctivas.
- ✓ Contar con programas de capacitación en forma continua y permanente para el personal, para evitar mantenimiento correctivo.
- ✓ Hacer modificaciones o sustitución de equipos y componentes que causen mantenimiento correctivo, analizando el uso, materiales, diseño, capacidad, etc.
- ✓ Que se alimente el historial de equipo con las causas que provocan falla para iniciar acciones correctivas a equipos similares antes que se presenten trabajos de emergencia.
- ✓ Supervisar a contratistas para garantizar que la calidad de trabajos y materiales cumplan con los requerimientos, evitando acciones correctivas posteriores.

Realmente no se puede realizar un programa como el de mantenimiento preventivo antes de realizar una actividad, porque no se sabe que es lo que se realizará en su momento, se puede efectuar un programa para el día siguiente de los correctivos que han quedado pendientes, y los que se ejecutaron durante el día deberán ser

registrados en el sistema tanto la orden de trabajo como la terminación de este, desglosando las actividades realizadas en dicho correctivo.

El programa que puede realizarse para los correctivos pendientes para el siguiente día puede ser de esta manera, cabe mencionar que este programa lo realiza entre el supervisor de área como el de planeación.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO												
DEPARTAMENTO :										ELABORO :		
SUPERVISOR :										APROBO :		
FECHA DE ELABORACION :										H/H PROGRAMADAS :		
H/H DISPONIBLES :												
N°	O.M.	EQUIPO	ACTIVIDAD A REALIZAR	PRIO.	H/H	QUIENES EJECUTAN	TIEMPO					
1	No. Descripción del equipo orden	Número del equipo	Actividad de la falle			Incidentes de los	ESTIM REAL					
2			presentada			nombres	REAL ESTIM					
3							REAL ESTIM					
4							REAL ESTIM					
5							REAL ESTIM					
6							REAL ESTIM					
7							REAL REAL					

REALIZÓ	AUTORIZÓ	AUTORIZÓ
_____ SUPERVISOR	_____ ING. PLANEACIÓN	_____ ING. OPERACIONES
C Coordinación N Normal	S Seguridad U Urgente	PP Producción A Ambiental
		P Paro de planta Q Calidad

2.8.2 PROGRAMA PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

El contar con un buen programa de mantenimiento predictivo en base a inspecciones, pruebas y estudios a los equipos, nos permite detectar aquellos componentes que están trabajando en forma anormal y que probablemente fallen.

Dicho programa deberá hacerse de acuerdo a lo siguiente.

- ✓ Hacer un levantamiento físico, para determinar que equipos deberán incluirse en los programas maestros de mantenimiento predictivo.
- ✓ Se deben elaborar programas de inspección para: rutas de baleros, rutas de amperaje, temperatura por termografía, o pirómetro, presiones, análisis

de aceites, cromatografía, radiografía, medición de flujos, aislamientos, espesor de paredes, testigos de corrosión, análisis de gases, líquidos penetrantes, ultrasonido; incluyendo formatos con los procedimientos de inspección detallados y claros.

- ✓ Que se cuente con el equipo y capacitación necesario para efectuar las inspecciones y pruebas.
- ✓ Que el historial del equipo se tome como base para establecer las frecuencias de inspección.
- ✓ Que el mantenimiento predictivo genere información oportuna, para mantenimiento preventivo y áreas involucradas, así como para llevar gráficas de control y estadísticas.
- ✓ Que producción participe en establecer equipos críticos para que las frecuencias de inspección sean las más adecuadas.
- ✓ Que se integre al sistema computarizado.

Ver el siguiente formato para realizar un programa de mantenimiento predictivo.

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREDITIVO

ELABORO :
 FECHA DE ELABORACION :
 NOMBRE DE LA EMPRESA :
 TIPO DE ANALISIS :

APROBO :
 MH DISPONIBLES :
 MH PROGRAMADAS :

Nº	O.M.	EQUIPO	PRIORIDAD	TIPO DE ANALISIS	FECHA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FREC
1	No. orden	Descripción del equipo Número del equipo			ESTIM REAL													
2					ESTIM REAL													
3					ESTIM REAL													
4					ESTIM REAL													
5					ESTIM REAL													
6					ESTIM REAL													
7					ESTIM REAL													

REALIZÓ

AUTORIZO

AUTORIZO

ING.PLAN. DE MANTO

SUPE. DE INGENIERIA

SUPE. DE OPERACIONES

C Coordinación
 N Normal

S Seguridad
 U Urgente

PP Producción
 A Ambiental

P Paro de planta
 Q Calidad

TIPO DE ANALISIS:
 1: EN PARO 2: EN MARCHA

2.8.3 ORDENES DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO.

El disponer de una orden de trabajo para mantenimiento preventivo y predictivo, nos ayuda a la planeación y programación de los mismos, con la debida prioridad. Además de servir como reporte de trabajo ejecutado para los fines del historial y análisis tanto del comportamiento de sus partes, como su costo. También para fines de presupuesto y control de las refacciones cambiadas en cada una de las reparaciones en el cual el equipo haya estado sometido. Además de ayudarnos a ajustar los intervalos de inspecciones y reparaciones, tiempos standard, horas-hombre, procedimientos para desamado del equipo, listas de revisión, etc.

Para tal caso debemos considerar los siguiente:

- ✓ Que contenga el número del equipo al cual se le dará mantenimiento.
- ✓ Que contenga el nombre del departamento o número de departamento según sea el caso.
- ✓ Que conténgalas fechas de emisión y ejecución del trabajo.
- ✓ Que tenga indicada las frecuencias de revisión de mantenimiento preventivo y predictivo.
- ✓ Que especifique su prioridad.
- ✓ Que especifique que su ejecución requiere de un paro de operaciones del área o si se puede afectar sin afectar las operaciones normales del área (sobre la marcha).
- ✓ Que contenga descripción del trabajo.
- ✓ Que la información del trabajo ejecutado sea veraz, clara, concisa y oportuna para fines de historial, análisis de costos, fallas repetitivas, etc.
- ✓ Que las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo y predictivo sean discutidas con producción para la aceptación de las frecuencias de revisión a

fin de tener el equipo disponible de acuerdo al programa de mantenimiento preventivo y predictivo.

- ✓ Que contenga refacciones a utilizar y su existencia actualizada.
- ✓ Que se indique tipo de mantenimiento: "preventivo, predictivo o correctivo.
- ✓ Asignación.
- ✓ Que contengan claves de los procedimientos necesarios y correctos para la excelente ejecución de los trabajos.
- ✓ Que nos dé los dos últimos registros de mantenimiento.
- ✓ Número de operarios.

Formato de una orden de trabajo preventiva.

Sistema de Administración de Mantenimiento
Actividades de Ordenes de Mantenimiento

Planta : POLICYD LA PRESA

NO. OM : PES30		FECHA MANTENIMIENTO: 26/11/02
EQUIPO : MCL-202N		FRECUENCIA: 365 DIAS
ESPECIALIDAD : ELECTRICISTA	SUPERVISOR: RAFAEL LÓPEZ AGUILAR	FECHA ANTERIOR: 26/11/2001
HRS-PARO EST.: 3 00 HRS	H-H ESTIMADO 12 H-H	HORA INICIO:
HRS-PARO REAL: _____	H-H REAL:	FECHA TERMINACIÓN:
PRIORIDAD: PP		HORA TERMINACIÓN:

No. SEC	ACTIVIDAD	REFACCIONES QUE CAMBIARON/COMENTARIOS
10	CAMBIO DE BALEROS	
20	LIMPIEZA DE EMBOBINADO	
30	CHECAR TAPAS	
40	BARNIZAR EMBOBINADO	
50	CHECAR AISLAMIENTO	

AUTORIZACIÓN DE
TRABAJO

REALIZÓ

TRABAJO RECIBIDO Y
ACEPTADO

SUPERVISOR DE
MANTENIMIENTO

Cuando se termina de realizar la orden se anota los datos faltantes que anotarán las personas que ejecutarán el trabajo.



CAPITULO 3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO



CAPITULO 3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

3.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO Y SU CLASIFICACIÓN

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.- El sistema predictivo está basado en un programa de rutas de inspección de los equipos en operación. Utilizando aparatos de medición para checar y diagnosticar el estado de los equipos a través del análisis y tendencias.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.- Es un sistema basado en programas de revisiones periódicas en base a estadísticas de comportamiento y recomendaciones del fabricante que previenen posibles falla futuras.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.- En toda acción que nos lleva a restablecer o adecuar cualquier equipo a las condiciones esperadas de operatividad, optimizando su funcionamiento mediante el análisis de la causa de falla o desviación periódica o frecuente.

MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA.- Es toda ocasión inmediata de reparación realizada, por falla o riesgo de daño mayor al equipo, por afectar la seguridad, la producción o la calidad.

MANTENIMIENTO ASIGNADO.- Es todo trabajo menor, necesario en el lapso de un turno y solicitado durante el mismo.

3.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

Mejorar la continuidad de la vida útil de los equipos, asegurando una correcta operación a través de programas de inspecciones y reparaciones.

Al hablar ahora de los sistemas de Mantenimiento, pensamos como parte esencial de éste, el mantenimiento Preventivo y Predictivo, ambos significan dar aseguramiento de la confiabilidad y correcta operación de los equipos.

Los programas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo nos ayudan a mejorar la operación de los equipos como sus disponibilidad, que impacta en una reducción general de los costos de Mantenimiento, pero para ello, debemos seguir ciertas normas y procedimientos, como la utilización de índices de desempeño, de tal forma que nos auxilien en la evaluación de las operaciones de mantenimiento.

En los sistemas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo se contempla el análisis detallado de todos los equipos que van a formar parte de los programas, esto para asegurar la atención, sobre aquellos que son críticos para la operación, afectándonos directamente: la Producción, la Calidad y la Seguridad.

También se prevé la revisión de las Ordenes de Trabajo ya afectadas a fin de poder definir más de cerca los problemas específicos relacionados con las partes componentes de los equipos y a éstos, viéndolos como a un todo. Esto nos asegura la optimización de los equipos, ya que de esta manera, no tan solo, podemos mantener al equipo en los estándares normales de operación, si no que también podemos detectar desviaciones y corregir éstas antes de que lleguen a agravarse tanto, que exponga no tan solo la producción y la calidad, si no la seguridad del propio personal y repercutiendo finalmente en los costos de mantenimiento, provocando que estos se salgan de control.

Es aquí donde la labor del Ingeniero de Mantenimiento es fundamental, para mantener y ajustar en un ciclo dinámico los programas de mantenimiento, de tal forma que siempre se esté buscando la plena optimización de éstos, apegados y conjuntamente a las necesidades de la Producción en ese momento.

Finalmente y sin ninguna reserva podemos decir, que los Sistemas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo nos acarrearán beneficios que van a impactar directamente en una substancial mejora de la productividad, tanto a nivel departamental, Planta y Empresa.

3.3 PRIORIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO/PREDICTIVO

El mantenimiento Preventivo/Predictivo tiene prioridad sobre todos los demás tipos de mantenimiento, con excepción de las emergencias.

Prioridades razonables con respecto a la disponibilidad del equipo.

PRIORIDADES

- 1.- Equipos que al fallar provoquen paro total de las operaciones de la planta y/o que afecte la seguridad del personal como al equipo.
- 2.- Equipos que al fallar provoquen paro de área, departamento o máquina (no se dispone equipo de reserva).
- 3.- Equipos y/o sistemas que al fallar dejen fuera de operación a una sección o área y puedan provocar en determinado tiempo, paro de máquina (se dispone de equipo de reserva).
- 4.- Equipos y sistemas que al fallar no provoquen paro de las operaciones de un área o máquina; pero que afecte al ritmo de producción y/o calidad (no se cuenta con equipo de reserva).
- 5.- Equipos o sistemas que si fallan no repercuten en las operaciones de un área o máquina por continuidad de equipo, pero que reducen considerablemente la producción y/o calidad (se dispone de equipo de reserva).

6.- Equipos o sistemas que es importante para la operación de un departamento, pero de ocurrirle una avería, no causará pérdidas de consideración a la producción.

3.4 SELECCIÓN DE FRECUENCIA DE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y PREVENTIVO

Los pasos para la selección de cualquier frecuencia para una orden de trabajo de Mantenimiento Preventivo, deben incluir:

- Revisión de todos y cada uno de los registros históricos del equipo para determinar el tiempo que ha medido entre fallas y los costos de tiempo de paros de máquina.
- Revisión de los instructivos y las especificaciones establecidas por el fabricante de equipo.
- Comprobar la información que pueden aportar Supervisores de Mantenimiento y Producción, cómo también de operarios de mantenimiento.
- Definir y revisar en cada área equipos de alto riesgo con la agencia de seguros para determinar actividades a efectuar y selección de los periodos de revisión y/o reparación.
- Tener en consideración que ya establecidas las frecuencias de inspección, deberá revisarse en lo que respecta a posibles ajustes.
- También se debe tener en cuenta:
 - ~ Antigüedad, condiciones, función.
 - ~ Costos iniciales de mantenimiento de reposición.
 - ~ Tipo de proceso discontinuo o continuo.
 - ~ Seguridad del servicio, tasa de desgaste, corrosión, etc.
 - ~ Horas de operación por día, semana, mes y año.

- ~ Naturaleza de la operación, carga constante, temperatura, presión, etc.
- ~ Requisitos de seguridad.

3.5 MEDICIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO/PREDICTIVO.

Es importante establecer estándares de medición de mantenimiento preventivo y predictivo, con lo cual se mejorará la calidad de trabajo y productividad de la mano de obra. Con estos tendremos una evaluación de desempeño de grupo de mantenimiento, lo cual permitirá corregir desviaciones.

Deberá contemplarse lo siguiente:

- 1.- Que se ejecuten estudios periódicos de productividad, para observar las tendencias y buscar aumentar la eficiencia de la mano de obra.
- 2.- Que se lleven gráficas y estadísticas de las horas-hombre estimadas contra horas-hombre reales, para ajustar los programas de mantenimiento.
- 3.- Que se lleven estadísticas sobre el número de trabajos generados por mantenimiento preventivo, número de emergencias, número de trabajos pendientes por falta de materiales y refacciones para observar tendencias.
- 4.- Que se lleven estadísticas sobre el número de accidentes para ayudar a la seguridad.
- 5.- Que se integre a un sistema computarizado.

3.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO COMO HERRAMIENTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Como ya se definió, el mantenimiento predictivo es una serie de pruebas no destructivas (vibraciones, temperaturas ultrasónicas, etc.), que se realizan cuando el o los equipos están funcionando.

La información así obtenida nos da índices de variación en el comportamiento normal o estándar de los mismos.

Esta información se convierte en una importante herramienta para el sistema de mantenimiento preventivo debido a que:

- 1.- Señala que equipos están teniendo tendencias a fallar y qué tan grave son; lo cual conduce a planear su corrección.
- 2.- Evita o reduce el sistema de abrir e inspeccionar equipo por programa.
- 3.- Conduce a distribuir mejor la mano de obra.
- 4.- Hace más selectivo el mantenimiento, ya que guía en las posibles causas del problema.
- 5.- Ayuda a ajustar los programas del mantenimiento preventivo para que las correcciones necesarias al equipo, correspondan con los paros programados.

ACCIONES	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO PREDICTIVO
DIAGNOSTICO E INSPECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Usar historias de reparación para predecir la vida del equipo. • Más servicios estándar de lubricación, inspección, etc, usados para prolongar la vida del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar herramienta para diagnosis. • Comparar operación normal perfilada a la operación.
DETECCIÓN DE CONDICIONES ANORMALES	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales o paros, evaluación de la historia, estimación del punto de falla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear durante la operación. • Avisos automáticos de falla.
CORRECCIÓN DE DEFICIENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Replazo de componentes • Reparaciones periódicas generales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solamente reemplazo de componentes en mal estado.
COSTOS DE REPARACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Posible reemplazo de componentes en mal estado. • Posible exceso de partes existentes en los almacenes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventarios más exactos derivados de estudios y sistemas.

3.7 ÁREAS DE INFLUENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

Planeación

Producción

Ingeniería de Mantenimiento

Taller Central

Ejecución: Supervisores de Mantenimiento

Operarios de Mantenimiento

Almacenes: Refacciones

Materiales

Herramientas

Administrativos: Compras

Control de costos

Capacitación

Relaciones Industriales Recursos Humanos

Seguridad

3.8 POLÍTICAS DE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

- 1.- Lo no planeado, no se hace.
- 2.- Se deben de respetar , los programas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo en fechas, rutas, equipo, etc.
- 3.- No debe haber limitación de recursos para la ejecución de las actividades de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.
- 4.- En los programas de Mantenimiento Preventivo se deben incluir la conservación de edificios.
- 5.- Se debe verificar métodos y recursos contra otras Plantas a fin de mantenerse actualizado.
- 6.- Para el cumplimiento de los programas de Mantenimiento Preventivo, producción deberá conservar sus ritmos adecuados de trabajo.

- 7.- Planeación deberá notificar al Almacén con anticipación, los requerimientos de refacciones y/o materiales para la buena ejecución de las actividades de los programas de Mantenimiento Preventivo, para que a su vez, de ser así necesario, el Almacén notifique al departamento de Compras los requerimientos.
- 8.- Debe haber buena coordinación antes, durante y después de los paros programados entre Operación y Mantenimiento, a fin de evitar desperdicios de tiempo y mano de obra, para lo cual debe asignar un Coordinador general.
- 9.- Los programas de las actividades deben ser entendibles para los ejecutores.
- 10.- Se deben analizar los tiempos y movimientos en la ejecución de los trabajos continuamente, para cualquier ajuste.
- 11.- Se debe anexar a las Ordenes de Trabajo, la lista de refacciones mínima necesaria por actividad para llevar a cabo la correcta ejecución de los trabajos, lista previamente verificada con el Almacén de refacciones a menos, que se encuentre en verdadero estado crítico de daño.
- 12.- Se deben dar a conocer las fechas, de los paros programados, haciendo su publicación mensual a las áreas operativas y de mantenimiento de toda la Planta.
- 13.- Cuando se requiere se deberá solicitar apoyo a los especialistas locales o externos.
- 14.- Se debe contar con la ejecución de los trabajos de mantenimiento, con las refacciones y/o materiales en el área de trabajo y éstas deben ser proporcionadas hasta el mismo lugar de trabajo por el Almacén general de refacciones.
- 15.- Se debe contar con equipo adecuado para llevar a cabo el Mantenimiento Predictivo (ejemplo: análisis de vibraciones, temperatura, termografía, lectura de instrumentos, etc.).

- 16.- Se deben establecer parámetros de medición para el Mantenimiento Predictivo por equipo, de tal manera que a través del análisis estadístico de sus tendencias, se detecten las posibles desviaciones para su corrección, como también para optimizar el Mantenimiento Preventivo para evitar el exceso de Mantenimiento e incrementar la confiabilidad del equipo.
- 17.- Se deben establecer rutas de inspección, frecuencia y tiempo que se lleva a cada inspección, y a la fuerza de trabajo que requiere, tanto para el Mantenimiento Preventivo como para el Mantenimiento Predictivo.
- 18.- En el Mantenimiento Predictivo se deben incluir todos los equipos del área con especial atención aquellos que sean críticos para la operación y/o de alto riesgo para la seguridad.
- 19.- Producción debe reportar al supervisor responsable del Mantenimiento Predictivo cualquier anomalía, que vea en el equipo de su área.
- 20.- Todo el equipo y/o herramienta que se utilice para el Mantenimiento Preventivo y predictivo, se le debe verificar periódicamente para garantizar, la seguridad y confiabilidad de su uso, como su exactitud y precisión dado el caso, de tal manera que se asegure su óptima operación.
- 21.- Dentro de los programas deberán definirse los equipos críticos dando prioridades.
- 22.- Mantenimiento informará mensualmente resultados del desempeño de sus actividades.
- 23.- Todos los trabajos de mantenimiento Preventivo y Predictivo estarán apoyados, autorizados y controlados por un sistema de Ordenes de Trabajo.
- 24.- Todas las actividades del Mantenimiento Preventivo y Predictivo estarán apoyados, autorizados y controlados por un Sistema de ordenes de Trabajo.

- 25.-** Se debe contar con la disponibilidad del Sistema computarizado a toda hora.

El programa de Mantenimiento Preventivo puede prolongar la vida del equipo y pronosticar las fallas prematuras de dicho equipo.

Para quienes han implantado adecuadamente programas de mantenimiento Preventivo, las ventajas son bien conocidas.

Sin embargo, la mejor forma para quienes están comisionados a la implantación de un sistema de mantenimiento Preventivo, es necesario realizar una planeación adecuada antes de entrar en acción. El paso más importante es asegurar la necesidad de comités de la dirección, producción y Mantenimiento que, por lo regular, es difícil llevar a cabo. Sin embargo, con el comité se hace más fácil y el programa puede ser implantado adecuadamente.

3.9 GUÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

- Formular un programa planeado y efectivo de Mantenimiento Preventivo-Predictivo, para evitar o reducir al mínimo las fallas y las demoras en la producción, reducir costos de reparación, y evitar la depreciación excesiva.
- Formular un programa planeado, de Mantenimiento Correctivo, a fin de reducir o eliminar las demoras y los costos excesivos, analizando muchos factores del costo de Mantenimiento, entre ellos:
 - ~ Fallas repetitivas.
 - ~ Confiabilidad de las partes componentes.
 - ~ Fallas de las partes componentes.
 - ~ Tiempo que se mide entre una falla y otra.
 - ~ Causa de las fallas, por tipos.



CAPITULO 4

MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO



CAPITULO 4

MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

4.1 DEFINICIÓN

Es el conjunto de actividades que permiten conocer el desempeño de mantenimiento a través de Mediciones, muestreos y comparaciones para eficientar el mismo.

4.2 OBJETIVOS

- 1.- Manejo de costos controlables por Mantenimiento en su mismo nivel o su reducción programada.
- 2.- Control adecuado de los inventarios de refacciones y materiales en almacenes, buscando eficiencias de servicio a costo justo, dentro de límites de óptima calidad de partes de repuesto y decisión acertada en la selección de máximos y mínimos.
- 3.- Calificar la calidad de la fuerza de trabajo y su desempeño de tiempos y movimientos, que proporcionen un valor medible para tomar decisiones adecuadas y oportunas que lleven a lograr el valor de productividad objetivado para la mano de obra.
- 4.- Conocer el manejo de la planeación y programación, su involucración de acuerdo a los planes de producción, señalando las variables de medición adecuadas, que comparadas con los valores preestablecidos, den una idea de la posición y la tendencia.
- 5.- Establecimientos de registros históricos y las emergencias, como la estadística que señale la frecuencia y costo, incrementando por la pérdida en volumen de producción.
- 6.- Actualización oportuna de los valores objetivables calificados con inmediatos, a corto y mediano plazo.

- 7.- Detectar la sección de mantenimiento, que está desarrollando funciones correctas de desempeño, así como aquellas que no están cumpliendo las normas deseables, con objeto de hacer la corrección con la filosofía de conducir la administración a los valores de excelencia.
- 8.- Facilitar los análisis de las desviaciones y su explicación clara, que manejada como información oportuna, permita la corrección inmediata del control de actitudes.
- 9.- Proporcionar información confiable traducida a lenguaje económico, que facilite la toma de decisiones de la alta gerencia, en renglones clave como la carga de trabajo, asistencia externa y mano de obra disponible.
- 10.- Conocer el nivel de motivación del personal, sus condiciones de trabajo, para elevar el marco laboral, hasta niveles de satisfacción que den como consecuencia una sensible reducción de accidentes y mejoría de calidad en la mano de obra.

4.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Existen muchos indicadores para medir el desempeño del mantenimiento, el uso de la mano de obra, materiales, costos, etc.,. Cada unidad mide un elemento específico y raramente, uno solo nos da un panorama total.

La combinación de estos datos nos da una visión general de la ejecución. El planeador tiene que determinar cuales datos darán mejor medida de la actuación de su departamento. El tiene que desarrollar una historia de sus necesidades, información básica de mantenimiento, comparada con los costos de producción.

Los indicadores de actuación de mantenimiento, fuera de áreas específicas, deben medirse y desarrollarse en la forma más certera posible.

La medida de estas áreas, establecerá un punto de referencia en la ejecución de mantenimiento. Cada elemento tiene que ser medido varias veces durante el periodo de implementación para determinar el programa.

Estos indicadores son:

- 1.- **Estadística de seguridad.**
- 2.- **Sistema integral de la calidad:** Participación de mantenimiento.
- 3.- **Plan de mejora de mantenimiento:** Ingeniería de mantenimiento, ejecución, planeación (ordenes de trabajo pendientes, terminadas, ejecutadas o canceladas).
- 4.- **Resumen de costos:** del mes y acumulados.
- 5.- **Índices de mantenimiento:** confiabilidad, disponibilidad de mantenimiento de cada línea de operación, disponibilidad total.
- 6.- **Principales problemas:** de mantenimiento en el mes (mecánico, eléctrico e instrumentación).
- 7.- **Resumen de estadística de producción:** del año mostrando los parámetros más importantes como: producción mermas, producción/día.
- 8.- **Consumo de materiales de operación:** materiales que realizaron cambios los de mantenimiento pero que afectan a los costos de producción.
- 9.- **Motores quemados:** Estadística de su historia y costo.
- 10.- **Mantenimiento predictivo por termografía:** Inspecciones al sistema y equipo eléctrico.
- 11.- **Energía:** Consumos, costos, índices por equipo, avance del plan de ahorro de energía.
- 12.- **Tiempo extra:** del personal de mantenimiento.
- 13.- **Ausentismo:** Del personal de mantenimiento.
- 14.- **Ingeniería de materiales:** materiales inspeccionados e índices de aceptación, etc.
- 15.- **Planeación de mantenimiento:** Programación, planes maestros de mantenimiento preventivo.

- 16.- **Ingeniería de proyectos:** Estado de sus apropiaciones y su avance.
- 17.- **Almacén de refacciones:** Su inventario, índices.
- 18.- **Capacitación:** Cursos, índices, etc.
- 19.- **Servicios:** Interrupciones, eficiencias, etc.
- 20.- **Compras:** Estado de requisiciones de compra.

Los indicadores de actuación en mantenimiento, fuera de áreas específicas, deben medirse y desarrollarse en la forma más certera posible.

La medida de estas áreas, establecerá un punto de referencia en la ejecución de mantenimiento.

Los factores de actuación, como es la productividad, son elevados periódicamente para determinar el progreso. Sin embargo, los reportes diarios son necesarios para establecer el control a largo plazo. Estos reportes se convertirán en bases para las decisiones y acciones correctivas que aseguren el mejoramiento a largo plazo.

El planeador de mantenimiento no puede tener "**indicadores mágicos**", al aire. Tiene que basarse en un programa de información confiable, con la perspectiva de hacer un mejor análisis y dar decisiones más acertadas.

4.4 CALCULO DE LOS PRINCIPALES INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Estos indicadores miden en el proceso de mantenimiento la confiabilidad del equipo, la disponibilidad por mantenimiento y la disponibilidad real usada, mediante el porcentaje real del tiempo.

4.4.1 CONFIABILIDAD

Porcentaje del tiempo disponible del equipo para producir sin falla.



$$\text{Confiabilidad} = \left[1 - \frac{\text{Tiempo de fallas: (Mec, Elec, Inst)}}{\text{Tiempo Total disponible del equipo}} \right] \times 100$$

Donde:

El tiempo total disponible del equipo es igual a: (Días calendario X 24 horas) – Días Festivos.

Nota: los días festivos trabajados por mantenimiento se consideran días de operación normal, es decir, no se descuentan a los días calendario.

Tiempo disponible: Esta dado en función netamente cronológico, medido en horas y acumulado diariamente para ser reportado por mes, trimestre, semestre o anual.

CONFIABILIDAD DEL EQUIPO: Una forma de medición inicial., permitirá conocer la tendencia y comparar contra resultados medidos con anterioridad.

PROCEDIMIENTOS:

- 1.- se decide de acuerdo con producción, los límites geográficos del área sometida a medición.
- 2.- El sistema de Mantenimiento Preventivo, de acuerdo con producción, da a conocer la duración del ciclo productivo, que comprende desde la hora de arranque hasta la hora que se iniciará nuevamente, un programa de mantenimiento preventivo.
- 3.- El sistema de ordenes de trabajo capta las ocasiones en que es interrumpida la producción, de acuerdo a la información contenida en la orden de trabajo para los casos conceptuados como emergencias.
- 4.- Esta variable señalará exclusivamente el número de ocasiones que sucede la interrupción en el lapso previo establecido.
- 5.- La información obtenida se expresará y graficará por cada programa de Mantenimiento Preventivo, mes, trimestre, semestre y año.
 - 5.1.- Número de ocasiones en que la emergencia interrumpe la producción, en el lapso operativo señalado por los programas de mantenimiento preventivo.
 - 5.2.- Una interrupción será suficiente para calificar como no confiable.

4.4.2 DISPONIBILIDAD DE EQUIPO POR MANTENIMIENTO

Porcentaje del tiempo que tiene el equipo para operar descontando el tiempo usado por mantenimiento.

$$\% \text{ Disp. De Mantto} = \left[1 - \frac{\text{Suma del tiempo usado por mantto}}{\text{Tiempo total disponible del equipo}} \right] \times 100$$

Donde:

El tiempo total disponible: del equipo es igual a: (Días calendario X 24 horas) –
Días Festivos.

Suma del tiempo por mantenimiento como:

- ✓ Tiempo usado por fallas (mec, Elec., inst)
- ✓ Mantenimiento programado.

Nota: Los días festivos trabajados por mantenimiento se consideran días de operación normal, es decir, no se descuentan a los días calendario.

4.4.3 DISPONIBILIDAD TOTAL

Porcentaje del tiempo que tiene el equipo para operar considerando cualquier tipo de paro:

$$\% \text{ Disp. Total} = \left[1 - \frac{\text{Suma del tiempo total perdido}}{\text{Tiempo total disponible del equipo}} \right] \times 100$$

Donde:

El tiempo total disponible: del equipo es igual a: (Días calendario X 24 horas) –
Días Festivos.

Tiempo perdido por mantenimiento incluye sumar:

- ✓ Tiempo perdido por mantenimiento (fallas, programado).
- ✓ Tiempo perdido por operación (cambios de telas, fieltros, lavados, etc).
- ✓ Tiempo perdidos por causas ajenas a la planta como son:
 - Falta de programa.
 - Fallas de C.E.F.
 - Pruebas y modificaciones.
 - Desarrollos
 - Paros laborales o huelgas.

- Otros paros.

Nota: los días festivos trabajados por mantenimiento se consideran días de operación normal, es decir, no se descuentan a los días calendario.

Tiempo perdido: este será proporcionado por los involucrados y publicado por planeación al día siguiente. Dentro del total del tiempo perdido, producción absorberá el lapso justo que ocupe en sus labores propias.

El departamento de ingeniería proporcionará los valores de los objetivos de tiempo perdido, de acuerdo con producción, cada mes para su medición.

Ejemplo:

MECÁNICO	2 %
ELÉCTRICO	4%
INSTRUMENTACIÓN	0.5%

El resultado de la información obtenida deberá ser dirigido a los siguientes niveles:

- Gerencia de planta
- Gerencia de Producción/Ingeniería.
- Superintendente de Mantenimiento.
- Ingeniero de área.
- Sistema de información computarizada.

Tiempo perdido por mecánico, eléctrico e instrumentación:

- 1.- Comprende las horas que la máquina deja de producir debido a fallas imprevistas.
- 2.- Se mide desde el momento exacto del paro hasta la hora de arranque que producción considera oportuno, según el proceso.
- 3.- El cálculo aplicado por producción será el siguiente:
 - **Tiempo perdido = Hora de paro - Hora de arranque**
 - Este tiempo se realiza por separado para cada departamento (mecánico, eléctrico, instrumentación).

4.4.4 TIEMPO EXTRA

Para efectos de medición de desempeño debe quedar claro que los beneficios de tipo legal, como son prestaciones y cómputo paro el pago de horas extras están excluidas como tales, conceptual izándolos de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo extra} = \text{Horas totales laboradas por día} - 8$$

El cálculo de tiempo extra semanal será la suma de las horas extras del operario acumulada en los siete días.

Quedan excluidas también todas las horas que el operario labore en su día de descanso semanal.

El departamento de control personal proporcionará este dato en función de horas globales manejadas por mantenimiento.

4.4.5 ORDENES DE TRABAJO

El sistema de ordenes de trabajo contempla un registro numérico de todas las ordenes generadas tanto correctivas como preventivas.

La medición hace un comparativo entre las órdenes de trabajo, de la manera siguiente:

$$\text{Ordenes de trabajo pendientes} = \text{Ordenes de trabajo} - \text{ordenes de trabajo}$$

La carga de trabajo se expresará en función del estimado de horas-hombre de todas las ordenes de trabajo pendientes de su realización.

$$\frac{\text{Necesidades de recursos externos en horas-hombre}}{\text{Carga de}} = \text{hora-hombre}$$

$$\frac{\text{Inversión necesaria para abatir el Mantto pendiente}}{\text{Hora-hombre externa}} \times \text{hora-hombre}$$

La información llegará a la Gerencia y al personal encargado de Planeación.

4.4.6 CAPACITACIÓN

Las horas de capacitación reducen la mano de obra disponible del planeador y se calculará de acuerdo a lo siguiente:

$$\frac{\text{Horas-hombre en Capacitación mensual}}{\text{Operarios a capacitación}} \times \text{horas en curso en un mes}$$

Relación:

$$\frac{\text{Capacitación}}{\text{Mantenimiento disponible}}$$

Permitirá graficar y dar a conocer el índice y su comportamiento mensual, trimestral, anual.

$$\frac{\text{Horas-hombre capacitación mensual}}{\text{Horas-hombre totales al mes}} \times 100$$

La información llegará a la Gerencia y al personal encargado de Planeación.

4.4.7 AUSENTISMO

Permitirá conocer el impacto que condiciona la labor del planeador .

Para efectos de medición, queda comprendido dentro del ausentismo cualquier causa que lleve a la ausencia de labores.

Número de días en caso de:

- Accidentes
- Permisos
- Vacaciones
- Castigos
- Capacitación
- Prestaciones (maternidad, paternidad, defunción, etc)
- Incapacidades

Ausentismo: suma de días detectados por estos conceptos. El departamento de control de personal proporcionará este dato.

$$\frac{\text{Horas por ausentismo por mes}}{\text{Horas-hombre total mensual}} \times 100$$

La información llegará a la Gerencia y al personal encargado de Planeación.

4.4.8 PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

Se obtiene mediante un programa de tiempos y movimientos que el analista aplica en forma de muestreo periódico.

El supervisor (mecánico, eléctrico, instrumentación) pueden proporcionar parte de la información como es: tiempos muertos por viajes innecesarios, acudir al almacén, por trámites personales, etc.

Cálculo de la productividad:

$$\frac{8 - \text{horas-hombre en tiempo muerto}}{8 \text{ horas}} \times 100$$

El porcentaje de la productividad deberá ser una practica de muestreo de uso rutinario.

La información será manejada por el sistema computarizado, almacenada y publicada en el reporte mensual.

El dato se hará llegar a las Gerencias y Superintendencias de Producción y Mantenimiento.

4.5 POLÍTICAS PARA LA MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

- 1.- Mantenimiento está autorizado para aumentar o disminuir el número de índices que le permite mejorar sus control.
- 2.- La medición del desempeño será posible solo en los casos en los que la Orden de Trabajo reúna información completa.
- 3.- Los resultados deben observarse en periodos de tiempo clasificados como inmediatos, a corto y largo plazo.
- 4.- La evaluación deberá desglosar, el tipo de Mantenimiento medido en cifras y tiempo.
- 5.- El informe obtenido por el sistema de información computarizado para la Gerencia, deberá ser llevado a cifras expresadas en pesos.
- 6.- Los reportes de medición del Mantenimiento serán expresados en cifras y en unidades que satisfagan los requerimientos de los usuarios.
- 7.- La información obtenida por periodos anuales, deberá ser útil como herramienta que facilite el cálculo del presupuesto siguiente.
- 8.- El sistema computarizado deberá considerar las variables solicitadas para efectos de medición archivo y publicación de reportes oportunos.

- 9.- La información obtenida por medición de tiempos trabajados, se tendrá disponible la información al día.
- 10.- Para efectos de medición de tiempos trabajados, se tendrá disponible la información al día.
- 11.- Deberá clarificarse en mejor forma el concepto tiempo perdido mecánico, en forma que evite desviaciones por interpretaciones de criterio.
- 12.- Los recursos empleados en el Mantenimiento no programado deberá ser reportado y medido en función de toneladas y pesos perdidos, durante el Lapso no producido.
- 13.- Deberán establecerse y practicarse métodos de muestreo de trabajo dirigidos a la línea de Supervisión y Personal de Campo.
- 14.- Los reportes obtenidos de medición del Desempeño deberán facilitar la planeación de las decisiones, predecir y comprar los resultados, tomando acciones oportunas para mejorar.



CAPITULO 5

**APLICACIÓN DEL SISTEMA
DE
PLANEACIÓN
Y
PROGRAMACIÓN
EN UNA
INDUSTRIA QUÍMICA
PRODUCTORA DE RESINA
(POLICYD S.A. DE C.V.)**



CAPITULO 5

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA PRODUCTORA DE RESINA (POLICYD S.A. DE C.V.)

5.1 ANTECEDENTES

Policyd S.A. de C.V., es la empresa pionera de México en la producción de resinas de Policloruro de Vinilo (PVC). En 1953 The B.F. Goodrich Co., uno de los principales productores mundiales de PVC, se asoció con la Cia. Hulera Euzkadi , S.A., para formar la compañía Geon de México, S.A. Ésta empresa inició su producción en 1954 en la Planta La Presa ubicada en Av. La Presa No. 8, San Juan Ixhuatepec Col. Lázaro Cárdenas., Estado de México. En 1971 Grupo Cydsa Monterrey compró la participación total de Euzkadi y reestructuró la compañía, quedando como accionista mayoritario y cambiando el nombre de la empresa a **POLICYD, S.A.**

En noviembre de 1988 el Grupo Cydsa adquirió el 40% de las acciones de Policyd S.A. de C.V., y se convierte en una empresa 100% mexicana operando bajo la licencia tecnológica de The B.F. Goodrich Co.

Policyd ha ganado un sólido prestigio en los mercados nacionales e internacionales e internacionales por su comprobada calidad.

5.2 MATERIAS PRIMAS DEL PVC

Antes de mencionar las materias primas que componen al PVC, se darán de una manera simplificada sus generalidades:

El poli cloruro de Vinilo (PVC) es el producto de la polimerización del monómero del cloruro de vinilo (VCM), que se lleva a cabo mediante una reacción. El PVC es soluble en solventes, puede ser homopolímero si solo está hecho de cloruro de vinilo, o copolímero si se combina el VCM con pequeñas cantidades de algún otro monómero el cuál se le llama comonómero.

Por lo general, tanto el monopolímero como el copolímero se encuentran en productos en forma de polvos blancos.

El Poli cloruro de Vinilo (PVC) es el más versátil de los plásticos permite producir una gran variedad de productos flexibles o rígidos; esta versatilidad se ve reflejada en un amplio rango de usos y aplicaciones como: tuberías y accesorios, juguetes empaques, recubrimientos de alambres y cables eléctricos, perfilé, botellas, telas, pieles sintéticas, etc..

El PVC tiene diferentes presentaciones para su utilización, las cuales son:

- a) **RESINA:** polímero puro, no procesable por sí, pero es la base para elaborar compuestos de PVC.
- b) **COMPUESTO RÍGIDO:** Resina mezclada con aditivos con más de 25 PHR* de plastificante (s).
- c) **COMPUESTOS FLEXIBLES:** Resina mezclada con aditivos con más de 25 PHR* de plastificante (s).

* PHR: Partes por millón

- d) **COMPUESTOS SEMIRÍGIDOS:** mezcla con concentración intermedia de plastificantes (menor a 25 PHR*)
- e) **PLASTISOL:** Dispersión de resina de pasta plastificante.
- f) **ORGANOSOL:** Plastisol con más de 10 PHR de solventes o diluyentes.

En Policyd se utiliza la presentación de resina.

El PVC es por su consumo en el ámbito global el segundo plástico en importancia.

En la actualidad los fabricantes de PVC han clasificado el mercado de acuerdo a los segmentos de aplicación, tomando en consideración el proceso de fabricación, tipo de resina y los productos finales fabricados.

A continuación se presentan algunos productos fabricados de PVC:

PROCESO DE EMULSION Y PASTA:

Tuberías, botellas, películas, recubrimientos de tela, calzado, cable y alambre, perfiles flexibles y mangueras, misceláneos, discos, loseta vinílica, etc.

PROCESO DE EMULSIÓN:

Tapicería y tela plástica, juguetes, pisos recubrimientos de metales, misceláneos, etc.

MATERIAS PRIMAS

1) ANTOFOULING

Son productos aplicados a las paredes del reactor que inhiben el ensuciamiento o formación de scrap*, permitiendo una transferencia de calor más eficiente y reduciendo la formación de geles o partículas sobrepolimerizadas, las cuales producen efectos y problemas de apariencia en el producto terminado.

* scrap: Basurillas que se forman al realizarse una reacción pegándose a la pared del tanque.

2) AGUA DESMINERALIZADA O DESIONIZADA

Se usa para ayudar a disipar el calor generado en la reacción, para mantener disperso el VCM durante la reacción y para permitir la acción de protectores coloidales, los cuales en su mayoría son solubles en este medio, las sales disueltas en el agua pueden inhibir la reacción o afectar las características del PVC producido.

3) BUFFER

Es una solución que neutraliza las pequeñas cantidades de HCL* producido durante la reacción, ayudando a que esta se efectúe en un medio ligeramente alcalino y que produce un slurry* con pH's neutros o ligeramente ácidos que disminuyen o eliminan la posibilidad de corrosión en equipos de proceso. Se utilizan generalmente sales orgánicas como soluciones buffer.

4) PROTECTORES COLOIDALES

Su función es controlar el tamaño, la distribución y forma de la partícula de PVC. Los protectores coloidales en conjunto con la agitación determinan el tamaño de la partícula y le dan a esta característica de esfericidad, porosidad y densidad que son determinantes en los procesos de transformación del PVC.

5) INICIADORES

Son los generadores de radicales libres que activan la reacción, se usan peróxidos orgánicos que tienen la particularidad de descomponerse fácilmente a temperatura ambiente por lo cual deben almacenarse en cámaras de refrigeración a temperaturas de -15 a -20°C .

* HCL: Ácido clorhídrico

* SLURRY: se le llama así al resultado de la reacción del VCM.

6) MONÓMERO DE CLORURO DE VINILO

El VCM es un gas que en condiciones normales de temperatura y presión (ebulle a - 13°C), y sus límites de explosividad son 3 al 30% en concentraciones volumétricas de aire, es tóxico y sospechoso de ser cancerígeno.

Se requiere un VCM con purezas superiores al 99.95%, las impurezas pueden causar descontrol en la reacción o afectar drásticamente las propiedades del PVC producido.

7) FINALIZADORES

Son inhibidores de radicales libres que en sus situaciones de emergencia se adicionan al reactor para ayudar a controlar una reacción o para inhibirla por completo.

PROCESO DE RESINA DE PVC

La producción de policloruro de vinilo se utiliza mediante la polimerización del monómero de cloruro de vinilo, para ello se han desarrollado cuatro procesos básicos: Suspensión, emulsión, masa y solución.

- a) **SUSPENSIÓN:** Tradicionalmente, este proceso de polimerización ha sido más utilizado para producir homopolímero y copolímero. Este proceso emplea agua como fase continua, con monómero de cloruro de vinilo dispersado por medio de agentes de suspensión. El sistema de suspensión empleado, es la clave para obtener la calidad deseada en la resina producida.

Se usan reactores de acero inoxidable o de acero al carbón vitrificados, encaquetados, provistos de agitadores y de deflectores para mejorar la agitación y diseñados para soportar fuertes presiones internas.

Como agentes de suspensión se usan el alcohol polivinílico, gelatina, copolímero de anhídrido maleicoacetato de vinilo, derivados de celulosa, todos ellos solubles en agua para reducir la aglomeración de partículas durante la polimerización.

Una receta típica para el proceso de suspensión es la siguiente:

MATERIAL	CANTIDAD DE PARTES POR CIENTO DE MONÓMERO
Agua ADM	120-160
Buffer	0.010-0.025
Emulsificantes	0.020-0.080
Iniciador	0.020-0.050
VCM fresco	80
VCM recuperado	20

- b) **EMULSIÓN:** En este proceso se obtienen partículas finas por dispersión del polímero en agua y con el uso de agentes emulsificantes, se producen resinas con tamaño de partículas extremadamente finas que también pueden ser aplicadas como látices.

La presencia de agua como fase continua durante la polimerización permite una eficiente eliminación de calor. Normalmente se utilizan emulsificantes.

Las resinas de dispersión, para poder ser utilizadas en plastisoles son producidas mediante secado por dispersión controlando la aglomeración de las partículas.

- c) **PASTA:** En este método, el monómero es polimerizado sin la presencia de agua o diluyentes, presentando la ventaja de alta pureza del producto. Además, la ausencia de agua y solventes simplifica el mezclado. En este proceso se obtienen resinas con alto valor de absorción de plastificantes.

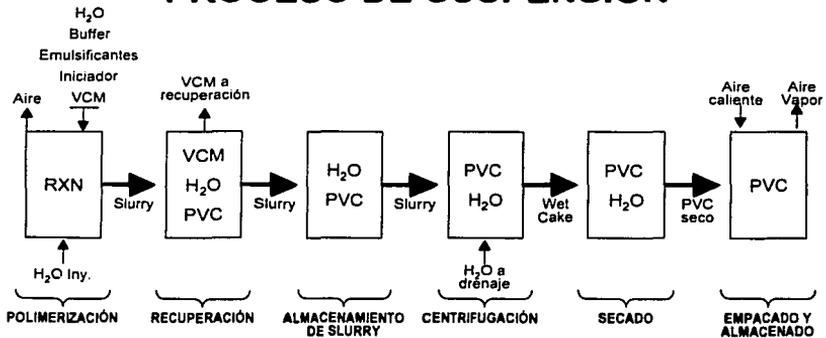
d) **SOLUCIÓN:** Esta técnica utiliza un solvente conteniendo monómero. El polímero que es insoluble en el solvente, precipita durante la polimerización, facilitando su separación y su secado. Si el polímero es soluble en el solvente usado, el producto puede ser utilizado en solución o bien la resina puede ser convertida hasta la forma de polvo.

El sistema permite mejorar la transmisión de calor y también elimina el uso de emulsificantes o agentes de suspensión, dando como resultado un producto con bajo nivel de impureza. Su principal desventaja es el alto costo de producción.

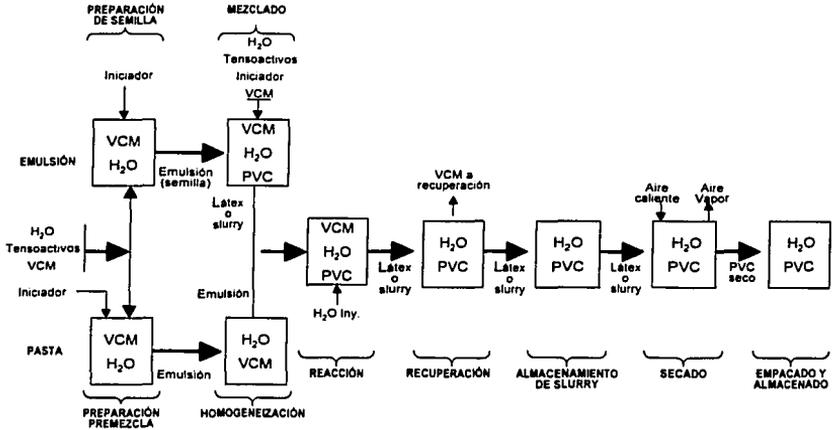
Su aplicación principal es para lacas y barnices donde la calidad y uniformidad justifican el costo de producción.

Policyd realiza los procesos de SUSPENSIÓN Y PASTA los cuales se representan en los siguientes diagramas:

PROCESO DE SUSPENSIÓN

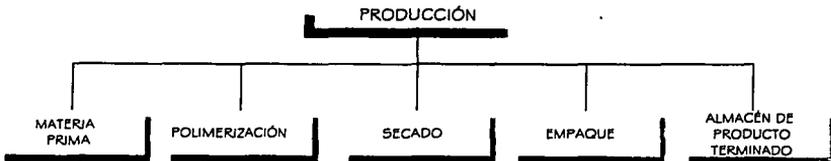


PROCESO DE PASTA



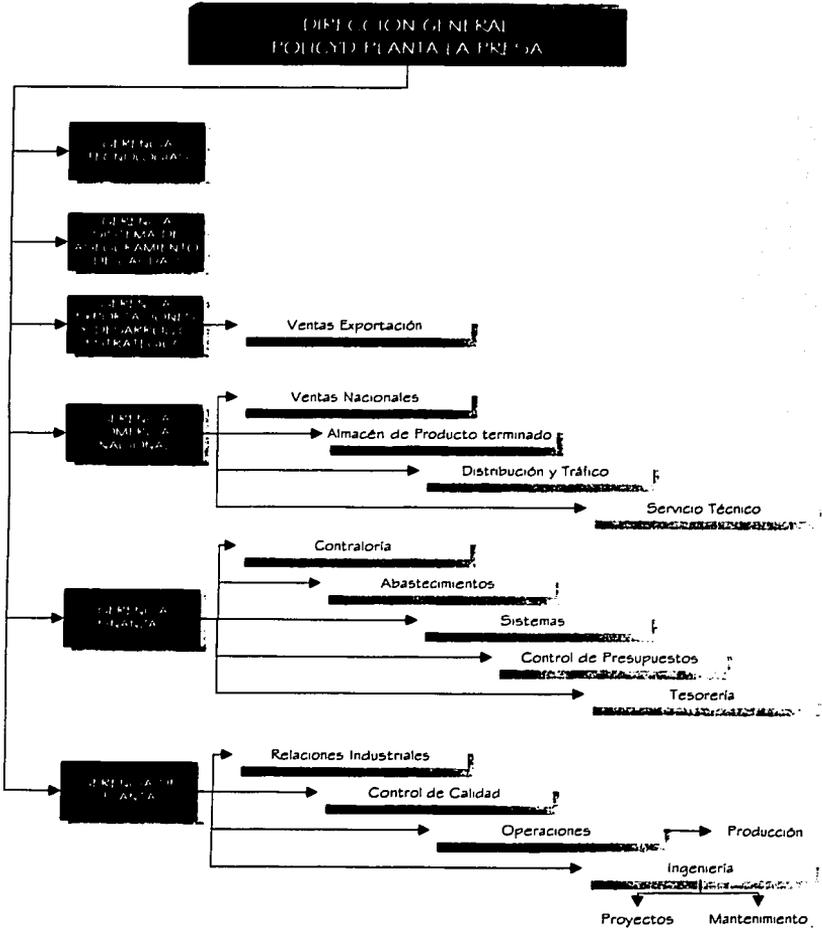
5.3 CLASIFICACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS PRODUCTIVOS DE LA PLANTA

CLASIFICACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS PRODUCTIVOS DE LA PLANTA



5.4 PRINCIPALES ORGANIGRAMAS

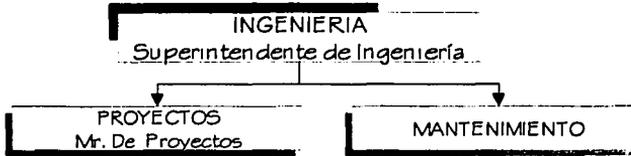
ORGANIGRAMA GENERAL



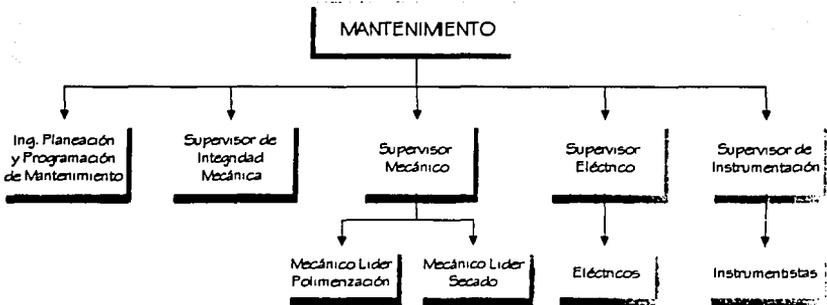
Organigrama del tipo jerárquico.

ORGANIGRAMA DEPARTAMENTAL

**ORGANIGRAMA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**ORGANIGRAMA
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**



Organigrama del tipo jerárquico departamental.

A continuación se explicará de una forma breve las funciones que deben realizar los puestos involucrados en el departamento de mantenimiento:

A) Superintendente de Ingeniería

El superintendente de Ingeniería tiene la responsabilidad de planear, organizar y controlar el mantenimiento de los equipos e instalaciones de la planta, así como la ejecución de proyectos, promoviendo las buenas prácticas de ingeniería, con las especificaciones de diseño correctas, todo ello para asegurar el buen funcionamiento e integridad de las instalaciones, equipos y del personal.

En el aspecto de planeación, el Superintendente de Ingeniería debe incluir la capacitación de los supervisores de especialidad en estudios de riesgo de proceso, análisis de tareas críticas de mantenimiento, procedimientos y políticas de seguridad, calidad y ambiental, así como en la administración de riesgos de procesos. De igual forma, debe planear las actividades del área de ingeniería a corto, mediano y largo plazo, dar seguimiento a los programas de mantenimiento, ejecución de nuevos proyectos e integridad mecánica de equipos e instalaciones de planta.

En el aspecto de organización, debe mantener el contacto con otros departamentos del área de la gerencia de planta, para llevar a cabo sus objetivos y planes de acción. También debe estandarizar el uso de materiales, equipo y refacciones, aplicar los sistemas para la administración de cambios, realizar el análisis organizacional y distribución de las cargas de trabajo en el personal, participar en los proyectos de mejora continua, liderar las juntas de objetivos por departamentos (DOC's), solicitar investigaciones de fallas de equipo cuando sean requeridas y fungir como auditor de calidad ISO 9002.

En el aspecto de control, es responsable del presupuesto por área, mes, acumulado, revisiones mensuales y acciones correctivas, eliminar desviaciones a planes de acción mensuales ISO 9002, auditar actividades al logro de objetivos y revisar semanalmente los avances de obra de las áreas de mantenimiento y proyectos.

A nivel ejecución, debe asegurar la implementación de los planes de trabajo, definir prioridades y acciones correctivas derivadas en proyectos de mejora continua de seguridad.

B) Ingeniero De Planeación y Programación de Mantenimiento

El Ingeniero de Planeación y Programación de Mantenimiento, como su nombre lo indica, tiene la responsabilidad de planear y programar el mantenimiento de los equipos e instalaciones de la planta, para asegurar el buen funcionamiento e integridad de éstos.

El Ingeniero de Planeación debe coordinar las actividades de mantenimiento, con el área de producción, revisar mensualmente los avances de los programas de mantenimiento, disponer de especificaciones de historial de equipos, elaborar reportes e indicadores de mantenimiento, de inspecciones y auditorías de seguridad internas, controlar la productividad de la mano de obra, así como vigilar que se cumplan al 100% los programas de mantenimiento predictivo y preventivo. Así mismo, debe asegurar la utilización de las órdenes de trabajo para mantenimiento correctivo.

C) Supervisor de Instrumentación

El supervisor de instrumentación tiene la responsabilidad de atender órdenes de mantenimiento preventivo y correctivo de todos los instrumentos instalados en la planta, para asegurar su buen funcionamiento. Debe elaborar registros de cumplimiento de las actividades desarrolladas, según los programas establecidos, vigilar el cumplimiento de los programas de calibración y mantenimiento preventivo, atender órdenes de trabajo de emergencia por fallas repentinas, verificar refacciones de instrumentos en el almacén, así como elaborar requisiciones de equipo, materiales y refacciones de reemplazo, y contratos de personal de servicio externo, cuando se requiere mano de obra especializada para trabajos específicos (calibración y reparación de básculas, capacitación, etc.).

D) Supervisor Mecánico

El supervisor mecánico debe mantener en óptimas condiciones de operación, Todos los equipos mecánicos instalados en la planta. Debe cumplir con los programas, procedimientos y normas establecidos para lograr un mantenimiento eficiente, eficaz y seguro. Así mismo, tiene la responsabilidad de elaborar los objetivos del personal a su cargo, administrarlo dentro de las normas y políticas de la empresa, mantener los registros e historial de equipo mecánico, controlar el tiempo de ejecución de cada trabajo, dar seguimiento a pendientes de auditorías de seguridad, tener el control de la aplicación del mantenimiento preventivo, desarrollar programas diarios de trabajos de mantenimiento, realizar inspecciones de calidad y llegada de refacciones y materiales en el almacén, así como elaborar requisiciones de equipo, materiales y refacciones de reemplazo, y contratos de personal de servicio externo, cuando se requiere mano de obra especializada para trabajos de mantenimiento mecánico específicos (limpiezas químicas y mecánicas, sanitización de drenajes y torre de enfriamiento, calibración de válvulas y discos de seguridad, limpieza de colectores de polvos, etc.)

E) Supervisor de Integridad Mecánica

El Supervisor de Integridad Mecánica debe organizar y definir la información del equipo incluido en los programas de integridad mecánica, analizar y confirmar las condiciones de operación y datos de diseño correctos de equipo, así como dar seguimiento a las diferentes etapas de implementación del programa de integridad mecánica y aplicación de soporte técnico documental en atención a problemas por fallas de equipo.

Es responsable de la elaboración de programas de aplicación de pruebas no destructivas, auditar y dar recomendaciones en sistemas de seguridad, planear y dar seguimiento a las tendencias de reemplazo oportuno de equipos e instalaciones; debe elaborar presupuestos relacionados con la ejecución de las actividades mencionadas, ya que se requiere de la contratación de firmas de ingeniería especializadas para ello.

Así mismo, brinda apoyo técnico en las diversas especialidades de mantenimiento, relacionadas al proceso, equipos e instalaciones, elaboración de procedimientos de mantenimiento, auditoría de cumplimiento de mantenimiento preventivo.

Es responsable de la investigación de incidentes por fallas de equipo, capacitación al personal del área de ingeniería y certificación y evaluación de nivel de competencia del personal sindicalizado del área de mantenimiento, según las normas ISO 9000 e ISO 14000*.

5.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Actualmente la condición económica de la empresa Polycyd no ha sido buena por la competencia que ha habido en el mercado internacional de la resina de PVC.

Esto ha generado pérdidas en ventas que ha impactado en grandes porcentajes, por lo que se redujo el presupuesto de los diferentes departamentos de la empresa, y lo que implica también, una reducción de personal.

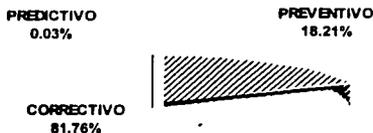
Al departamento de Mantenimiento le ha afectado en el mantenimiento preventivo-predictivo sobre todo externo, lo que ha hecho que no exista un sistema de planeación y programación de mantenimiento.

El estar tan ocupados en la reducción de costos han perdido la noción de los porcentajes de mantenimiento preventivo, predictivo y/o correctivo.

Este impacto se puede observar en las siguientes gráficas, los datos mostrados fueron generados en 11 meses (de Enero a Noviembre del 2001).

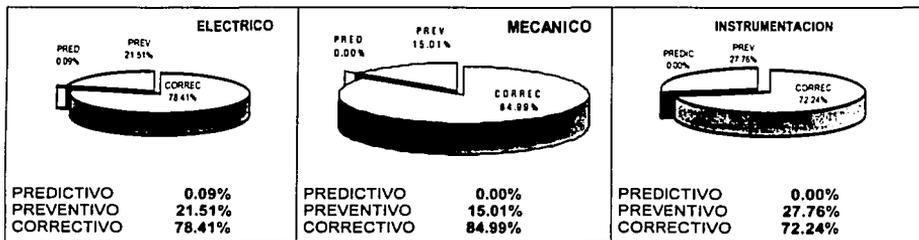
* Todo lo referente a ISO 9000, ISO 14000 y SEGURIDAD, se realizan auditorías dependiendo la afectación que hagan los equipos, ya sea en calidad de producto, en afectación al ambiente y por último al afectación que haya al equipo y al trabajador.

PORCENTAJE POR TIPO DE MANTENIMIENTO
ENERO-NOVIEMBRE 2001



Este tipo de indicador nos muestra que esta empresa tiene equipos parados por darles mantenimiento correctivo, y que en realidad la empresa no opera en óptimas condiciones y otra de las cosas que se puede notar con este tipo de resultados es que nos indica que la vida útil de los equipos está por terminar.

En las siguientes gráficas se muestra el porcentaje de los diferentes tipos de mantenimientos preventivo, predictivo y/o correctivo por departamento.



Al revisar estas gráficas, el que presenta más problemas es el **departamento mecánico** nos indica que la mayoría de sus equipos constantemente están en reparación, y que por lo tanto no es buena la confiabilidad de los equipos es escasa. Esto es un problema muy grave, ya que hay varios equipos involucrados en la calidad del producto, y más con respecto al concepto de seguridad, y por lo que no hay que olvidar, hay equipos que afectan al medio ambiente.

Esto es catastrófico si algún equipo afecta a la calidad del producto, el producto no se vende y por lo tanto, la empresa pierde mucho dinero; si afecta a nivel seguridad, puede provocarse una explosión cabe mencionar que una esfera de Cloruro de Vinilo con una capacidad de 700m³ puede destruir 2 km a la redonda en caso de una explosión; y por último en el aspecto ambiental, habría grandes fugas de gases tóxicos, por mencionar el mismo cloruro o derrames de grasas y aceites.

Es importante observar que no tienen mantenimiento predictivo, que es una manera de evitar los mantenimientos correctivos.

Es por tal motivo que las graficas presentadas enfocando esos resultados indica que debe existir un buen sistema de planeación y programación y no dejar a la ligera estos detalles: seguridad, ambiental y calidad.

A continuación se indica el personal que se encuentra en cada departamento:

MECÁNICO:	25 personas
ELÉCTRICO:	9 personas
INSTRUMENTACIÓN:	3 personas

El personal que hay en cada departamento es proporcional a la cantidad de trabajo que se presenta en cada departamento, pero si esto es así, ¿porqué los resultados que se presentan no son realmente satisfactorios? Para tener una respuesta a esto pasemos a ver otras problemáticas que se han presentado dentro del departamento de Mantenimiento.

Cumplimiento de los programas de Mantenimiento preventivo-predictivo

Al principio de cada año se realiza un programa de mantenimiento anual, clasificándolo por las principales áreas que son elementales para la producción, de igual forma hay programas para equipos de aspecto de seguridad y aspecto ambiental, en donde se incluyen programas de mantenimiento preventivo y

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

preventivo contratado. Actualmente estos programas no se han cumplido al 100%, y tienen varios desfasamientos.

Las excusas que tienen para responder al incumplimiento de los programas es: "no hubo disponibilidad por parte de producción", "no hay suficiente gente que realice los trabajos", "no hay refacciones en almacén", "no autorizaron los contratos de mantenimiento preventivo contratado por falta de presupuesto".

En primer lugar, no existe una buena mantenimiento-operaciones, si hay suficiente gente para realizar los trabajos, pero no las programan como es debido para la ejecución de los trabajos, no hay un buen control de inventarios de las refacciones y los contratos no los realizan con el tiempo debido.

Para entender esto el siguiente formato:

Polycyd, S. A. de C. V.
Departamento de Mantenimiento

CALENDARIO ANUAL DE MANTENIMIENTO PARA 2001
DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO

EQUIPO	TIEMPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	PREC. (DÍAS)
SECCIÓN "A" SLY NIRO II	ESTIMADO													63
	REAL													63
SECCIÓN "B" SLY NIRO II	ESTIMADO													63
	REAL													63
SECCIÓN "C" SLY NIRO II	ESTIMADO													63
	REAL													63
SECCIÓN "D" SLY NIRO II	ESTIMADO													63
	REAL													63
SECCIÓN "E" SLY NIRO II	ESTIMADO													63
	REAL													63
SECCIÓN "F" SLY NIRO II	ESTIMADO													63
	REAL													63
SECCIÓN "G" SLY NIRO II	ESTIMADO													63
	REAL													63
Manten. Mayor	ESTIMADO													730
	REAL													730
SECCIÓN "H" SLY NIRO II	ESTIMADO													730
	REAL													730
Manten. Mayor	ESTIMADO													730
	REAL													730
NIRO I	ESTIMADO													123
	REAL													123
NIRO II	ESTIMADO													123
	REAL													123
VENTURYS I	ESTIMADO													123
	REAL													123
VENTURYS II	ESTIMADO													123
	REAL													123
CALDERAN	ESTIMADO													365
	REAL													365
PARED DE PLANTA	ESTIMADO													365
	REAL													365
BOMBA DEL POZO	ESTIMADO													365
	REAL													365
TORRE DE ENFRIAMIENTO	ESTIMADO													365
	REAL													365

REALIZADO
ING. PLANEACION

AUTORIZADO
SUPT. INGENIERIA

AUTORIZADO
SUPT. DE OPERACIONES

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Este formato se realiza junto con operaciones incluyendo a todos los departamentos de mantenimiento (mecánico, eléctrico e instrumentación), para no tener ningún tipo de desfases, y también lo realizan por las principales área de producción para que tenga una compatibilidad con respecto a los paros que realiza operaciones, pero por las excusas mencionadas anteriormente, este programa no se cumple al 100%.

Los formatos que a continuación se presentan son los equipos de cada área por familias, con respecto a nivel seguridad que son los equipos que producen daño a la planta, así mismo al ser humano.

Desgraciadamente estos formatos no indican cantidad, identificación del equipo, de tal forma que no se puede apreciar si se les dio mantenimiento a todos los equipos.

Polycid, S. A. de C. V. Departamento de Mantenimiento		PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SEGURIDAD DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACIÓN 2001													
N°	ACTIVIDAD	FECHA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	FREC.
1	SENSORES SISTEMA LEL	ESTIM REAL		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	82
2	MEDIDORES NIVEL DE ESFERAS	ESTIM REAL		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	82
3	CLORADORES	ESTIM REAL				/	/	/	/	/	/	/	/	/	183
4	TRANSMISOR DE TEMPERATURA SECADO	ESTIM				/	/	/	/	/	/	/	/	/	123
	NIRO I NIRO II VENTURY I Y VENTURY II	REAL				/	/	/	/	/	/	/	/	/	183
5	CALIBRACIÓN Y M P A BASCULAS	ESTIM REAL		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	31
6	CHEQUEO DE EQUIPO CRITICO	ESTIM REAL		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	31
7	RTD REACCIÓN POLY 3300	ESTIM REAL		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	183
8	RTD REACCIÓN POLY 5300	ESTIM REAL		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	183

Sin embargo, el formato que se presenta del departamento de instrumentación, no tiene problemas de incumplimiento de programa, simplemente porque son pocos los equipos que maneja instrumentación.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Ponche, B. A. de C. V. Departamento de Mantenimiento		PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SEGURIDAD													
ÁREA: ELÉCTRICA		2001													
N°	ACTIVIDAD	FECHA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	FREC.
1	PLANTAS DE EMERGENCIA	ESTIM REAL													366
2	ALARMAS DE CALDERAS	ESTIM REAL													31
3	ALARMAS COMPRESORES DE AIRE	ESTIM REAL													123
4	ESTACIONES MANUALES ALARMA GENERAL	ESTIM REAL													123
5	ALARMAS CAMARA DE PEROXIDOS	ESTIM REAL													31
6	ALARMAS POLIS	ESTIM REAL													31
7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS A PRUEBA DE EXPLOSION	ESTIM REAL													92
8	DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS SECADORES DE AIRE	ESTIM REAL													123
9	ALARMAS DE ESFERAS	ESTIM REAL													123
10	TERMODRAFIA	ESTIM REAL													366
11	ALARMAS REFRIGADORES IPP	ESTIM REAL													31
12	PRUEBA DE DISPARO DE CALDERAS	ESTIM REAL													92
13	CHEQUEO DE EQUIPO CRITICO	ESTIM REAL													31
14	MOTORES DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	ESTIM REAL													366
15	SISTEMA DE TIERRAS	ESTIM REAL													92
16	SISTEMA DE PARARRAYOS	ESTIM REAL													720
17	INSPECCION A ESCALERAS	ESTIM REAL													61
18	PRUEBAS ELÉCTRICAS A TRANSFORMADORES	ESTIM REAL													366
19	ALARMAS LIMPIAPOLIS	ESTIM REAL													63

El departamento eléctrico, al parecer casi no tiene problemas, sin embargo tuvo unos ligeros desfasamientos.

En el siguiente formato nos muestra el departamento mecánico, donde indica su incumplimiento de programa.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

FRENTE S. A. S. DE C. V. Departamento de Mantenimiento		PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SEGURIDAD													
ÁREA: MECÁNICA		2001													
Nº	ACTIVIDAD	FECHA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	FREC.
1	ARRESTAFLAMAS	REAL ESTM													184
2	IDIQUES	REAL REAL													184
3	DISCO DE SEGURIDAD	REAL REAL													368
4	EQUIPOS DE AUTOGENA	REAL REAL													123
5	ESMERILES	REAL REAL													123
6	GARRUCHAS	REAL REAL													82
7	HIDRANTES	REAL REAL													123
8	MODULOS DE AIRE AUTONOMO	REAL REAL													184
9	PRUEBA DE EFICIENCIA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO	REAL REAL													368
10	PRUEBAS HIDROSTATICA A MANGUERAS DE VCM	REAL REAL													184
11	REGADERAS Y LAVAJOS	REAL REAL													184
12	TANQUES Y LINEAS DE ACIDO CLORHIDRICO	REAL REAL													123
13	VALVULAS CHECK DE VCM	REAL REAL													82
14	VALVULAS CHECK BIAMESA CONTRA INCENDIO	REAL REAL													185
15	INSPECCION A ESCALERAS	REAL REAL													82
16	VALVULA DE SEGURIDAD	REAL REAL													368
17	BOMBAS CONTRA INCENDIO M P	REAL REAL													368
18	CHEQUEO A EQUIPO CRITICO	REAL REAL													31
19	MANTENIMIENTO A FOSAS SEPTICAS	REAL REAL													368
20	PLANTAS DE EMERGENCIA	REAL REAL													368
21	TAPAS LENAPE	REAL REAL													184
22	ANALISIS DE ESPESORES	REAL REAL													368

De los tres formatos mencionados anteriormente tienen el problema que no indican que equipos hay que atender; al revisar las ordenes de trabajo de los equipos pertenecientes a estas familias se percató que algunos equipos se les realizó mantenimiento y a otros no, sin embargo en el programa se toma como si se realizó completa tal actividad, ejemplo: en la familia de garruchas, existen un total de 30, cuando se revisa si se realizaron, con una que hayan visto que se hizo tal actividad, se le ponía como actividad realizada, aunque hayan faltado 5 de ese grupo, por lo que esto no es confiable.

Estos programas de seguridad son auditados dos veces al año.

La empresa ha venido haciendo lo mismo durante varios años ya como una rutina, y no han tratado de revisar con el departamento de operaciones los programas para ver si la clasificación de los equipos está bien en el aspecto seguridad, ambiental y calidad.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Después de haberse ejecutado los mantenimientos, se generan datos mensuales como se presentan en la siguiente tabla, que son los resultados de la captura que es realizada por cada supervisor de las actividades que realiza de mantenimiento preventivo-predictivo y correctivos.

Este formato es para identificar la disponibilidad de mano de obra y para ver la cantidad de ordenes preventivas, predictivas y/o correctivas que se generaron durante el tiempo señalado.

INDICADOR DE ENEDO A NOVIEMBRE 2001

CORRECTIVO	OM		H-H Proceso		H-H Terminadas		Total Hrs	H.H.Dispon	Porcentaje(%) Disp. Mano Obra
	Proceso	Termina	Normales	Extras	Normales	Extras			
MECANICO	3.784	7.860	158.50	0.00	34.153.53	426.77	34.738.80	39.425.50	88.11
ELECTRICO	0	3540	0.00	0.00	10.515.32	14.50	10.529.82	15.912.50	66.17
INSTRUMENTACION	3	1.114	5.00	0.00	3.429.26	0.00	3.434.26	5.263.50	85.25
Total de CORRECTIVO	3.787	12.514	163.50	0.00	48.098.13	441.27	48.702.90	60.601.50	80.37

PREDICTIVO	OM		H-H Proceso		H-H Terminadas		Total Hrs	H.H.Dispon	Porcentaje(%) Disp. Mano Obra
	Proceso	Termina	Normales	Extras	Normales	Extras			
ELECTRICO	0	4	0.00	0.00	38.50	0.00	38.50	15.912.50	0.24
Total de PREDICTIVO	0	4	0.00	0.00	38.50	0.00	38.50	15.912.50	0.24

PREVENTIVO	OM		H-H Proceso		H-H Terminadas		Total Hrs	H.H.Dispon	Porcentaje(%) Disp. Mano Obra
	Proceso	Termina	Normales	Extras	Normales	Extras			
MECANICO	0	1358	0.00	0.00	8.582.17	6.00	8.588.17	39.425.50	21.78
ELECTRICO	21	971	3.00	0.00	4.811.56	0.00	4.814.56	15.912.50	29.00
INSTRUMENTACION	0	428	0.00	0.00	1.848.17	0.00	1.848.17	5.263.50	35.11
Total de PREVENTIVO	21	2787	3.00	0.00	15.041.90	6.00	15.050.90	60.601.50	24.84

RESUMEN	OM		H-H Proceso		H-H Terminadas		Total Hrs	H.H.Dispon	Porcentaje(%) Disp. Mano Obra
	Proceso	Termina	Normales	Extras	Normales	Extras			
MECANICO	3784	9248	158.50	0.00	42.735.70	432.77	43.326.97	39.425.50	109.90
ELECTRICO	21	4515	3.00	0.00	15.169.38	14.50	15.182.88	15.912.50	95.41
INSTRUMENTACION	3	1542	5.00	0.00	5.277.45	0.00	5.282.45	5.263.50	100.36
TOTAL	3.808	16,305	166.80	0.00	63,178.83	447.27	63,792.30	60.601.50	105.27

Algo que se puede apreciar a simple vista es que no hay ordenes de mantenimiento predictivo, y sin embargo se realiza dicho mantenimiento. Esto es algo que hay que poner atención ya que este tipo de mantenimiento elimina mantenimientos correctivos.

Dentro de la tabla se puede apreciar la disponibilidad de mano de obra, no es posible que se tenga más tiempo de horas trabajadas que las disponibles, es por eso que los porcentajes son arriba de 100%.

Con estos resultados nos indica que lo que esta capturado en este sistema de base de datos no es confiable y que todos los datos están ALTERADOS.

DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



El objetivo de mano de obra es de 85%, un porcentaje menor significa que la gente no es productiva, un porcentaje entre 95 al 100% es demasiado productiva y ¿qué significa arriba del 100%? Que es imposible tener este tipo de resultado, ya que existe tiempo muerto a causa de ir al almacén, realizar trámites, ir al baño, o tan solo en preparar su material para la ejecución de su trabajo; para calcular la eficiencia de mano de obra de tiempo disponible (tiempo asistencia) contra el tiempo trabajado.

Otro punto a analizar la disponibilidad de mantenimiento.

DISPONIBILIDAD DE MANTENIMIENTO

$$\% \text{ Disp. Total} = \left[1 - \frac{\text{Suma del tiempo total perdido}}{\text{Tiempo total disponible del equipo}} \right] \times 100$$

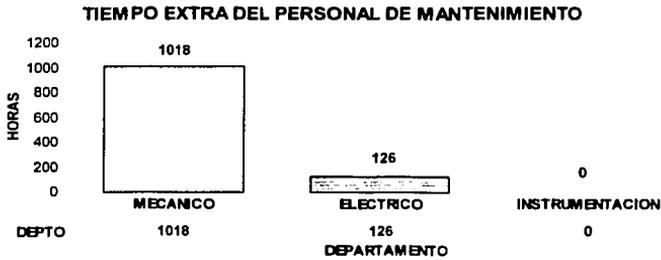
$$\% \text{ Disp. Total} = \left[1 - \frac{1141.75}{8016} \right] \times 100 \qquad \% \text{ Disp. Total} = \left[1 - 0.142433 \right] \times 100$$

% Disp. Total= 85.75

El resultado está abajo del objetivo que es el 98% de disponibilidad, y como muestra la disponibilidad está abajo de este porcentaje.

Esto quiere decir, que se ha incrementado el tiempo muerto para cada reparación que ha realizado mantenimiento.

TIEMPO EXTRA



El objetivo de cada departamento es de 86 hrs mensuales para el departamento mecánico, 14 hrs mensuales para eléctrico y cero para instrumentación¹. Por lo que es de estos 11 meses no deberían sobrepasar de: mecánico 946 hrs y eléctrico 154 hrs, por lo que se deduce que el departamento mecánico esta fuera de control.

CAPACITACIÓN

El porcentaje de capacitación con respecto a los cursos según programados es de 60.40% en 11 meses, esto indica que al personal no se le ha capacitado y mucho menos certificado para realizar diferentes actividades: por ejemplo: hay que certificar a una persona al año para el cambio de válvulas y discos de seguridad y hasta el momento no hay gente capacitada y mucho menos certificada.

¹ Instrumentación: este departamento no tiene tiempo extra porque no pertenece al sindicato. Se consideran como personal de confianza.

AUSENTISMO

No se ha considerado el ausentismo, ya que lo toman como permisos los cuales se pagan con tiempo extra, por lo que comentan que no es necesario realizar un control en el ausentismo.

ORDENES DE TRABAJO

Las ordenes de trabajo son muy escuetas al mencionar que actividad realizar, por lo que también es muy simple lo que ponen los trabajadores de las actividades que realizaron.

En alguna ordenes no indican que refacciones utilizaron, ni cuantas, como también no incluyen el costo de las refacciones utilizadas.

Al capturar en sistema el planeador no pone el monto total que generó la reparación de este equipo.

A continuación se verá un ejemplo de orden de trabajo.

Sistema de Administración de Mantenimiento
Actividades de Ordenes de Mantenimiento

Planta : POLICYD LA PRESA

NO. OM : PM21511 EQUIPO : CM-105U ESPECIALIDAD : MECÁNICO HRS-PARO EST: 18 HRS HRS-PARO REAL: 20 HRS PRIORIDAD: PP	COMPRESOR DE AIRE JOY No 5 SUPERVISOR: ING FRANCISCO MAYÉN H-H ESTIMADO: 32 H-H H-H REAL: 40 H-H	FECHA MANTENIMIENTO: 15/01/02 FRECUENCIA: 123 DIAS FECHA ANTERIOR: 26/11/2001 HORA INICIO: 8 30 FECHA TERMINACIÓN: 30/1/02 HORA TERMINACIÓN: 16 00
---	---	---

No. SEC	ACTIVIDAD	REFACCIONES QUE CAMBIARON/COMENTARIOS
10	REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO	se realizó mantenimiento

Se cambiaron juntas, se cambiaron baleros, se repuso aceite, se cambiaron las válvulas de entrada y salida, se limpiaron filtros, se cambio piston


 REALIZACIÓN DE TRABAJO

19228
40161

 REALIZO


 TRABAJO RECIBIDO Y ACEPTADO


 SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

COSTOS

Cuando se trata de costos, es como pegar varios gritos al cielo, no hay un desglose de los gastos generados en mantenimiento, estos gastos se dan de una forma muy general, como se mencionó en el caso de las ordenes de trabajo, no se sabe el costo que se generó en el mantenimiento de un equipo incluyendo la mano de obra, en la única forma que tienen el control de gasto es dividiéndolos en mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Con estos resultados presentados, impulsa a realizar un nuevo proyecto de **planeación y programación**, sobre todo hacer una investigación minuciosa de los historiales de los equipos, así como el desarrollo de la administración de mantenimiento.

Aunque se cuenta con el sistema de base de datos para controlar los puntos anteriores, la gente que captura (supervisores y planeador) no conoce al 100% la base, por lo que no saben aprovechar los beneficios de este, lo único que han provocado es que el sistema sea un vía de información completamente desconfiable.

El trabajo en mantenimiento es rutinario, no tienen un patrón para llevar a cabo el sistema de planeación y programación mucho menos para mejorar el sistema de planeación que tienen.

5.6 APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN EN: UNA INDUSTRIA QUÍMICA PRODUCTORA DE RESINA (POLICYD S.A. DE C.V.)

Como se vio en el punto 5.5, la situación actual del departamento de mantenimiento no han sido favorables, por lo que se revisará todo los resultados que se han adquirido, y así de esta manera, detectar las anomalías que se han generado.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Para iniciar con esta aplicación se tomaron los datos de los mantenimientos correctivos más significativos que se generaron de enero a noviembre del 2001, los cuales correspondieron de los polimerizadores, (cabe mencionar que estos equipos cuentan con mantenimiento preventivo mensual) y de esta forma se realizaron los cambios necesarios en el programa de mantenimiento preventivo anual y para que se eviten mantenimientos correctivos.

Así como se realizó este tipo de investigación serán realizados los demás equipos.

DEPTO	No. EQUIPO	EQUIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	No. CORREC
ELEC	PLY-03H	POLIMERIZADOR No. 3 3300 G	1	0	0	3	3	0	1	0	0	0	3	11
ELEC	PLY-07H	POLIMERIZADOR No. 7 3300 G	0	2	0	4	4	3	4	0	1	1	0	19
ELEC	PLY-08H	POLIMERIZADOR No. 8 3300 G	0	3	2	4	0	0	1	1	0	0	0	11
ELEC	PLY-01G	POLIMERIZADOR No. 01 5500 G	0	2	0	2	0	0	3	0	2	1	0	10
ELEC	PLY-03G	POLIMERIZADOR No. 03 5500 G	3	1	2	1	2	0	0	2	0	0	0	11
ELEC	PLY-04G	POLIMERIZADOR No. 04 5500 G	1	4	3	1	3	0	0	2	0	1	1	16
ELEC	PLY-05G	POLIMERIZADOR No. 05 5500 G	0	1	2	1	3	0	3	1	2	1	1	15
ELEC	PLY-06G	POLIMERIZADOR No. 06 5500 G	3	2	0	1	2	0	2	0	1	0	0	11
MEC	PLY-01H	POLIMERIZADOR No. 1 3300 G	15	6	17	10	8	4	13	7	6	8	8	102
MEC	PLY-02H	POLIMERIZADOR No. 2 3300 G	16	10	16	9	11	6	8	9	3	9	9	106
MEC	PLY-03H	POLIMERIZADOR No. 3 3300 G	13	5	22	12	7	4	4	10	4	4	10	95
MEC	PLY-04H	POLIMERIZADOR No. 4 3300 G	21	2	14	5	5	2	2	5	6	12	11	85
MEC	PLY-05H	POLIMERIZADOR No. 5 3300 G	14	7	13	10	6	5	4	7	4	9	11	90
MEC	PLY-06H	POLIMERIZADOR No. 6 3300 G	18	13	20	13	16	4	7	22	5	10	9	137
MEC	PLY-07H	POLIMERIZADOR No. 7 3300 G	6	21	13	16	25	13	11	26	14	15	20	180
MEC	PLY-08H	POLIMERIZADOR No. 8 3300 G	29	18	10	9	16	24	15	29	26	23	19	218
MEC	PLY-01G	POLIMERIZADOR No. 01 5500 G	11	19	13	17	19	12	12	10	4	21	9	147
MEC	PLY-02G	POLIMERIZADOR No. 02 5500 G	11	15	8	15	7	9	5	7	8	8	6	99
MEC	PLY-03G	POLIMERIZADOR No. 03 5500 G	8	6	7	13	4	14	6	7	6	8	6	85
MEC	PLY-04G	POLIMERIZADOR No. 04 5500 G	5	12	11	8	8	6	11	8	4	21	10	104
MEC	PLY-05G	POLIMERIZADOR No. 05 5500 G	19	5	23	30	15	17	19	18	21	7	10	184
MEC	PLY-06G	POLIMERIZADOR No. 06 5500 G	26	16	24	16	17	18	16	10	29	8	18	198
MEC	PLY-07G	POLIMERIZADOR No. 07 5500 G	30	21	21	27	25	23	37	15	35	24	35	293

En este cuadro se tiene la cantidad de correctivos que se han presentado por equipo dividiéndolos por departamento, se revisaron las bitácoras de cada uno de los departamentos en donde se detectó que no coinciden los eventos anotados en la bitácora contra el sistema.

Un problema que se presentó, es que en los equipos que atiende el departamento eléctrico tienen otro tipo de identificación, pero a los operarios ser les hace más cómodo utilizar la identificación más común, o al que se encuentra más ligado a este. Ejemplo: si se trata del motor bomba unión su identificación es MPU-501A, los operarios lo describen como PU-501A, que significa Bomba unión.

En este punto en eléctrico no tiene que realizar nada al reactor solo a las alarmas del reactor y motor del reactor.

También no todos las ordenes de trabajo correspondían a mantenimientos correctivos, al analizar el sistema se percató que la gente que generó las ordenes de mantenimiento no sabían identificar si corresponde a un mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo, también se encontró una opción que se le llama **modificaciones**, que la empresa lo toma como realización de conversiones² por lo que se tiene que generar la orden de trabajo para realizar la actividad bajo esta opción.

También se percató que se generaron ordenes de correctivo para limpiezas, los cuales se deberían de realizar bajo la opción de **mantenimiento preventivo contratado**.

Por lo tanto descontando las conversiones, limpiezas y los que pertenecen al departamento eléctrico se tiene la siguiente tabla:

DEPTO	No. EQUIPO	EQUIPO	No. CORREC
MEC	PLY-01H	POLIMERIZADOR No 1 3300 G	80
MEC	PLY-02H	POLIMERIZADOR No 2 3300 G	100
MEC	PLY-03H	POLIMERIZADOR No 3 3300 G	94
MEC	PLY-04H	POLIMERIZADOR No 4 3300 G	83
MEC	PLY-05H	POLIMERIZADOR No 5 3300 G	88
MEC	PLY-06H	POLIMERIZADOR No 6 3300 G	135
MEC	PLY-07H	POLIMERIZADOR No 7 3300 G	170
MEC	PLY-08H	POLIMERIZADOR No 8 3300 G	211
MEC	PLY-01G	POLIMERIZADOR No 01 5500 G	126
MEC	PLY-02G	POLIMERIZADOR No 02 5500 G	89
MEC	PLY-03G	POLIMERIZADOR No 03 5500 G	70
MEC	PLY-04G	POLIMERIZADOR No 04 5500 G	83
MEC	PLY-05G	POLIMERIZADOR No 05 5500 G	180
MEC	PLY-06G	POLIMERIZADOR No 06 5500 G	180
MEC	PLY-07G	POLIMERIZADOR No 07 5500 G	285

Al leer la descripción de los correctivos que se indican de estos correctivos, se encontró que la mayoría de ellos fueron por fallas en carretes, líneas tapadas, fallas en los manómetros y fugas.

Con la identificación de las fallas se generó un formato de rutina de inspección para la detección de la falla y corregirla en su momento, y de esta manera se pueda evitar la generación de un correctivo.

Al generarse las actividades de rutina en un formato se da de alta una orden de trabajo de preventivo para la modificación o reparación de las fallas que se presenten.

Para tener un dato más preciso del tiempo de estimación del trabajo, se realizó un estudio de tiempos y movimientos para tener un tiempo de estimación para la ejecución de trabajo y evitar los tiempos muertos.

Por el promedio que se obtuvo del cuadro de correctivos me indica que la rutina es semanal según las fallas estudiadas en los historiales de los correctivos.

Por lo tanto este se agregó al programa anual del departamento mecánico.

A continuación se presenta el formato de la rutina de inspección a los poly's (polimerizadores), en donde indica los componentes a inspeccionar, así como un cuadro de comentarios si es que realizaron un mantenimiento.

Esta rutina va junto con la orden de trabajo de mantenimiento preventivo generada y así capturar el tiempo completo realizado de la ejecución de este.

2 CONVERSIÓN Se refiere al cambio de motor para reducir o aumentar la velocidad del reductor para realizar un tipo de resina (pasta o suspensión)

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

En la orden de trabajo hay que anotar a detalle todas las actividades que realizaron, mencionando las refacciones que utilizaron junto con su código de identificación de almacén (código que necesitan para sacarlas una pza de almacén), y las personas que participaron en el mantenimiento indicando el tiempo.

Por su parte el planeador anotará el costo de las refacciones utilizadas y sumando además el costo de la mano de obra utilizada, de esta manera se sabrá el costo del mantenimiento generado para cada equipo.

Se solicitó a sistemas que pusiera la opción de dar de baja una orden de trabajo, y con solo indicar el código de almacén y las unidades solicitadas, me pueda dar el costo en automático, así como la suma total de las refacciones más la mano de obra.

El controlar la cantidad de refacciones cada vez que se ejecuta el trabajo de mantenimiento ya sea preventivo y/o correctivo, se han bajado los stock en almacén, para que solo sean solicitadas las refacciones necesarias. Para comprobar esto se tiene lo siguiente:

COSTO EN REFACCIONES 2001 VS 2002

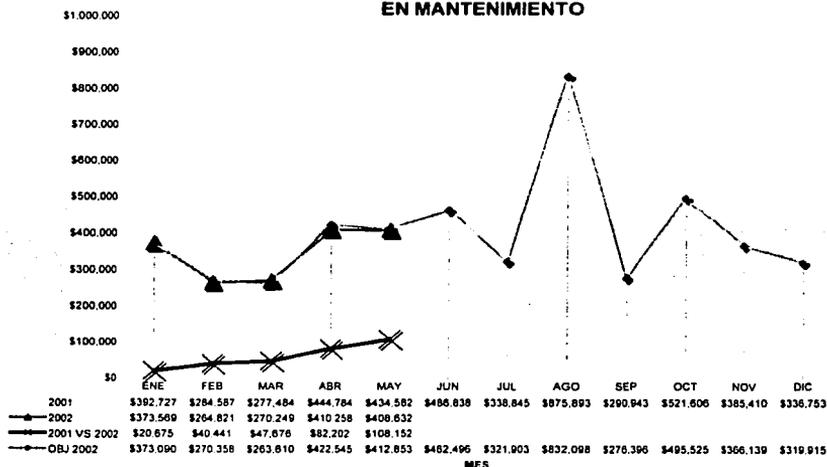
MES	OBJETIVO 2002 REDUCCIÓN DEL 5% ANUAL	2001	2002	2001 vs 2002 ACUMULADO
<i>ENE</i>	\$373,090	\$392,727	\$373,569	\$20.675
<i>FEB</i>	\$270,358	\$284,587	\$264,821	\$40.441
<i>MAR</i>	\$263,610	\$277,484	\$270,249	\$47.676
<i>ABR</i>	\$422,545	\$444,784	\$410,258	\$82.202
<i>MAY</i>	\$412,853	\$434,582	\$408,632	\$108.152
<i>JUN</i>	\$462,496	\$486,838		
<i>JUL</i>	\$321,903	\$338,845		
<i>AGO</i>	\$832,098	\$875,893		
<i>SEP</i>	\$276,396	\$290,943		
<i>OCT</i>	\$495,525	\$521,606		
<i>NOV</i>	\$366,139	\$385,410		
<i>DIC</i>	\$319,915	\$336,753		
ACUM	\$4,816,928	\$5,070,450	\$1,727,529	

En esta tabla se describe un objetivo: reducción del 5% con respecto al año 2001.

Basándose con este objetivo, se generó el presupuesto para el año 2002 por lo que no se debe exceder la cantidad propuesta con los gastos generados en el 2002. Nótese que en enero y marzo sobrepasó dicho objetivo, pero con los tres meses restantes ha habido un ahorro, sumando todos los gastos generados durante el año 2002 (ene, feb, mar, abr y may) es de \$ 1,727,529.00 produciéndose una reducción de \$ 14,9227.00 a lo que equivale una reducción del 1%. Esta reducción esta basada sobre el objetivo 2002.

Por otro lado sacando el porcentaje de reducción con respecto a lo gastado en el 2001, se tiene: una reducción del 6% a lo que equivale \$106,635.00 ahorrados, en la siguiente imagen se podrá visualizar mejor estos resultados.

REPRESENTACION DE COSTOS DE CONSUMO DE REFACCIONES EN MANTENIMIENTO



El porcentaje que se lleva hasta el momento que es de 1% con respecto al objetivo 2002 y un 6% con respecto al 2001, ha sido favorable, de seguir así, este se podrá incrementar.

Ya presentado los resultados de la reducción de las refacciones en almacén se podrá apreciar la importancia que tiene el tener en cuenta las refacciones utilizadas en cada mantenimiento, ya sea preventivo y/o correctivo.

Ahora hay que revisar a todos los equipos que son críticos^{*}, pero este proceso lleva tiempo, lo que se ha realizado hasta el momento son las modificaciones de los programas de mantenimiento preventivo-predictivo, indicando los pasos a llevar de cada uno (como se mencionó en el capítulo 2).

Esto nos ayuda a tener un control de la ejecución de los mantenimientos en los equipos y checarlos con las ordenes de trabajo, para no tener fechas diferentes de realización de trabajo.

Otro aspecto que se revisó es el contenido de actividades de ejecución en las ordenes de trabajo, ya que existían ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo que tenían actividades muy escuetas lo que se generó que el historial del equipo este incompleto y por lo tanto generar desconfianza en la confiabilidad del equipo.

Para evitar esto se enseñó como ejecutar una orden de trabajo ver el siguiente ejemplo del como debe ser una orden de trabajo y como debe de llenarse.

^{*} Es un listado que el departamento de operaciones tiene que entregar a mantenimiento clasificándolos por: CALIDAD, AMBIENTAL, SEGURIDAD Y AFECTACIÓN A PRODUCCIÓN, ya con estos equipos mantenimiento tiene la obligación de realizar los programas de mantenimiento preventivo para que sean aprobados por operaciones.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Planta : POLICYD LA PRESA

Sistema de Administración de Mantenimiento
Actividades de Órdenes de Mantenimiento

NO. OM : PM1511
EQUIPO : CM-105U
ESPECIALIDAD : MECANICO
HRS-PARO EST. : 20HRS
HRS-PARO REAL : 42HRS
PRIORIDAD: PP

COMPRESOR DE AIRE JOY No 5
SUPERVISOR: ING FRANCISCO MAYEN
H-H ESTIMADO 40 H-H
H-H REAL: 69 H-H

FECHA MANTENIMIENTO: 15/01/02
FRECUENCIA: 92 días
FECHA ANTERIOR: 26/11/2001
FECHA INICIO: 2/01/02 HORA INICIO: 8:30
FECHA TERMINACIÓN: 22/01/02 HORA TERMINACIÓN: 16:00

No. SEC	ACTIVIDAD	REFACCIONES QUE CAMBIARON/COMENTARIOS
10	REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SE REALIZO MANTENIMIENTO
20	REVISAR ANILLOS DE PISTON, CAMBIAR SI ES NECESARIO	SE CAMBIARON
30	REVISAR VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y DESCARGA, CAMBIAR SI ES NECESARIO	SE CAMBIARON
40	REVISAR ANILLOS DE CARBÓN, CAMBIAR SI ES NECESARIO	SE CAMBIARON
50	REVISAR DIAFRAGMAS DE LAS VÁLVULAS, CAMBIAR SI ES NECESARIO	SE CAMBIARON
60	REVISAR CAMISAS, CAMBIAR SI ES NECESARIO	SE CAMBIARON
70	REVISAR VASTAGO, CAMBIAR SI ES NECESARIO	SE CAMBIARON
80	CAMBIAR EMPAQUETADURA EN GENERAL	SE CAMBIARON
90	REPONER ACEITE	SE REPUSO

Se realizó preventivo, se checkaron las cabezas, se cambiaron las válvulas de admisión y descarga. Se realizó reparación de la cabeza de adtpresión desarmando el cilindro, se quitaron las tapas y se encontró piston dañado el cual se cambio junto con la camisa. Se realiza limpieza de cilindros y tapas, se cambiaron los anillos de teflón del piston. Se cambiaron carbones y rascadores. Se realiza el armado del equipo y se realiza prueba de operación. El equipo queda en buenas condiciones de operación.

REFACCIONES	UNI	CODIGO	CTO UNIT	CTO REAL
válvulas de admisión	6	117259120	\$ 265.30	\$ 1,591.80
válvulas de descarga	6	117259225	\$ 265.30	\$ 1,591.80
piston	1	131725932	\$ 1,343.25	\$ 1,343.25
camisa	1	131725926	\$ 14,605.00	\$ 14,605.00
jco de anillos de teflón	1	117256253	\$ 11.98	\$ 23.96
carbones	2	117252963	\$ 300.00	\$ 600.00
rascadores	2	117256894	\$ 300.00	\$ 600.00
				\$ 20,355.81

COSTO DE MANO DE OBEA \$ 1,410.27

TOTA GASTA \$ 21,766.08


AUTORIZACION DE TRABAJO

18228
40161

REALIZO


TRABAJO RECIBIDO Y ACEPTADO


SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

De esta forma se tiene un historial más completo del equipo, información que se captura en el sistema de base de datos, para cualquier consulta que se solicite del equipo.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Ahora veremos la modificaciones que se le realizaron a los programas de mantenimiento preventivo.

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
 DEPARTAMENTO : MECÁNICO, ELÉCTRICO E INSTRUMENTACIÓN ELABORO : ING. PLANEACIÓN
 APROBO : SUPTTE INGENIERÍA Y SUPTTE OPERACIONES
 FECHA DE ELABORACION : 28-DICIEMBRE-2001

EQUIPO	PRIO:	TIEMPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PREC. (DIAS)
SECCION "A" SLY NIRO II	PP	ESTIM													63
SECCION "B" SLY NIRO II	PP	ESTIM													63
SECCION "C" SLY NIRO II	PP	REAL													63
SECCION "D" SLY NIRO II	PP	ESTIM													63
SECCION "E" SLY NIRO II	PP	REAL													63
SECCION "F" SLY NIRO II	PP	ESTIM													63
SECCION "G" SLY NIRO II	PP	REAL													730
Moto. Mayor	PP	ESTIM													730
Moto. Mayor	PP	REAL													730
SECCION "H" SLY NIRO II	PP	ESTIM													730
Moto. Mayor	PP	REAL													123
NIRO I	PP	ESTIM													123
NIRO II	PP	REAL													123
VENTURY I	PP	ESTIM													123
VENTURY II	PP	REAL													123
CALDERAS	S	ESTIM													265
	S	REAL													265
FABO DE PLANTA	P	REAL													265
	P	ESTIM													265
BOMBA DEL POZO	S	REAL													265
	S	ESTIM													265
TORRE DE ENFRIAMIENTO	S	REAL													265
	S	ESTIM													265

REALIZO
ING. PLANEACIÓN

AUTORIZO
SUPTTE. INGENIERIA

AUTORIZO
SUPTTE DE OPERACIONES

En este formato se sigue manejando por familias solo para conocer las fechas tentativas en que estará el equipo disponible para su mantenimiento preventivo.

En los siguientes formatos indican los equipos de las áreas mencionadas en el formato anterior, como se podrá observar, se tiene conocimiento a que equipos se les dará mantenimiento, que frecuencia tienen y las firmas correspondientes del ingeniero de planeación, superintendente de ingeniería y superintendente de operaciones.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Estos formatos son los siguientes:

Polibot, S. A. de C.V. Departamento de Mantenimiento Plantilla No. 1		PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2002												PRIORIDAD PP PAG. 1 DE 1		
		DEPTO. MECÁNICO						SECCIONES SLY								
N°	O.S.M.	ACTIVIDAD/EQUIPO	FECHA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FREQ.
I SECCIÓN SLY "A"																
1	PM	Rescador Secc. "A" SLY Nero II	ESTIM													63
		1907 VE-303M	REAL													
2	PM	Colector Secc. "A" SLY Nero II	ESTIM													63
		1063 SED-301M	REAL													
3	PM	Venteador Secc. "A" SLY Nero II	ESTIM													63
		1090 BL-304M	REAL													
4	PM	Vaporo Secc. "A" SLY Nero II	ESTIM													63
		1106 TL-301M	REAL													
5	PM	Válvula Rotatoria Secc. "A" SLY Nero II	ESTIM													63
		1112 VRY-301M	REAL													
6	PM	Válvula Rescadora Secc. "A" SLY Nero II	ESTIM													63
		1127 MVV-301M	REAL													
			REALIZO	AUTORIZO						AUTORIZO						
ING PLAN. DE MANTO			SUITE. DE INGENIERIA						SUITE. DE OPERACIONES							

Así como este formato se generaron para los demás departamentos.

Al realizar los programas se verificaron las ordenes de trabajo, en donde se encontró que algunos equipos no llevaban el mismo tiempo de ejecución como se marcaba en el formato, a estas ordenes se les realizó una reprogramación para que se ejecutaran al tiempo de los programas para el año 2002.

Formato correspondiente al aspecto de seguridad:

Polibot, S. A. de C.V. Departamento de Mantenimiento Plantilla No. 1		PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SEGURIDAD 2002												PRIORIDAD PP PAG. 1 DE 1		
		AREA MECANICA														
N°	O.S.M.	ACTIVIDAD/EQUIPO	FECHA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FREQ.
I ARRESTAFLAMAS																
1	PM	Arrestasflamas descarga de gases hasta TK esteres	ESTIM													164
		3437 B1	REAL													
II DIQUES																
2	PM	Insp. Diques de contención desc. Picos hasta TK esteres	ESTIM													164
		3431 B1	REAL													
3	PM	Insp. Diques de contención ar. acción y desc. De G-12	ESTIM													164
		3433 I,6	REAL													
4	PM	Insp. Diques de contención sistema carga M-6	ESTIM													164
		3434 B6	REAL													
5	PM	Insp. Diques de contención ar. acción y desc. De W-33	ESTIM													164
		3438 B4	REAL													
6	PM	Insp. Diques de contención ar. y desc. De W-18 y DOA	ESTIM													164
		3437 B1	REAL													
III EQUIPOS AUTOGENA																
7	PM	Equipos de Autógena No. 2	ESTIM													123
		1642 ET-121V	REAL													
8	PM	Equipos de Autógena No. 3	ESTIM													123
		1644 ET-122V	REAL													
IV INSPECCIÓN A ESCALERAS																
9	PM	Inspección escaleras polimerización	ESTIM													63
		3642 V601	REAL													
10	PM	Inspección escaleras secado	ESTIM													63
		3643 V601	REAL													
			REALIZO	AUTORIZO						AUTORIZO						
ING PLAN. DE MANTO			SUITE. DE INGENIERIA						SUITE. DE OPERACIONES							

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

De esta forma se podrá verificar que se les realice mantenimiento a todos los equipos sin olvidar alguno, y llegar con esto a un cumplimiento del programa al 100% y sobre todo poder realizarle mantenimiento preventivos a todos los equipos críticos.

Al checar los equipos en los formatos debe coincidir con el sistema de base de datos, y automáticamente el sistema reprogramará el próximo evento en la fecha correspondiente según su frecuencia.

Después de haber realizado las modificaciones de los programas también es conveniente realizar programas diarios para tener un control de la ejecución de mantenimiento preventivo y los correctivos pendientes tal como se presenta en el siguiente formato.

AREA : MECANICO
 FECHA DE EJECUCION : DEL 7 DE ENERO
 H/H DISPONIBLES : 165 H-H

ELABORO : ING. PLANEACION
 SUPERVISOR : MECANICO
 H/H PROGR. 155 H-H

NO. ORDEN	No. EQUIPO (TAG)	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	ACTIVIDAD	H/H	TIEMPO	8	9	10	11	12	13	14	15	16
LUNES														
PM4203	CE-102Q	CENTRIFUGA VI	Realizar preventivo segun Orden de trabajo	3/1	EST REAL									
CM2536	PU-501A	BOMBA UNION	Cambiar empaques y sello mecánico	3/1	EST REAL									
CM2536	DRV-201H	REDUCTORA PLY-02H	Revisar fuga de aceite	2/1	EST REAL									

Este formato es parte de un programa de mantenimiento preventivo-predictivo y correctivo, de esta manera podemos programarlo para que se pueda realizar al 100% tanto el programa mensual del preventivo como los correctivos, sin tener alguno pendiente; es importante tomar en cuenta que a diario hay que revisar el sistema para ver las ordenes que generaron durante el día los demás departamentos y poder seleccionar prioridades. Este tipo de programa lo tiene que realizar el supervisor de cada área junto con el planeador.

Se recomienda que todas las tardes se revise el cumplimiento de los programas y se alimente al sistema, para así generar el programa diario de las actividades a realizar como ya se indicó en el formato anterior.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Hay que dejar un tiempo de holgura en este programa ya que puede surgir mantenimientos de emergencia.

Al terminar este programa se presenta en la junta que se realiza por las mañanas todos los días, para que operaciones, seguridad, producción y la gerencia de planta estén enterados de las actividades a realizar en ese día y así se podría tener algunos cambios del programa, si es que así se requiere.

Por las condiciones del departamento hay que sacar el cuadro de indicadores cada semana para tener soluciones prontas, en el caso de que vayan cayendo los indicadores.

Por lo tanto tenemos:

INDICADOR DEL 7 AL 11 DE ENERO

CORRECTIVO	OM		H-H Proceso		H-H Terminadas		Total Hrs	H.H.Diapion	Porcentaje(%) Disp. Mano Obra
	Proceso	Termina	Normales	Extras	Normales	Extras			
MECANICO	2	30	10.00	0.00	300.00	0.00	310.00	869.50	35.65
ELECTRICO	1	25	2.00	0.00	100.00	0.00	102.00	292.50	34.87
INSTRUMENTACION	1	15	2.00	0.00	25.00	0.00	27.00	104.00	25.96
Total de CORRECTIVO	4	70	14.00	0.00	425.00	0.00	452.00	1,266.00	34.88

PREDICTIVO	OM		H-H Proceso		H-H Terminadas		Total Hrs	H.H.Diapion	Porcentaje(%) Disp. Mano Obra
	Proceso	Termina	Normales	Extras	Normales	Extras			
MECANICO	0	2	0.00	0.00	15.00	0.00	15.00	869.50	1.73
ELECTRICO	0	1	0.00	0.00	4.00	0.00	4.00	292.50	1.37
INSTRUMENTACION	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	104.00	0.00
Total de PREDICTIVO	0	3	0.00	0.00	19.00	0.00	19.00	1,266.00	1.50

PREVENTIVO	OM		H-H Proceso		H-H Terminadas		Total Hrs	H.H.Diapion	Porcentaje(%) Disp. Mano Obra
	Proceso	Termina	Normales	Extras	Normales	Extras			
MECANICO	2	50	18.00	0.00	465.00	0.00	503.00	869.50	57.85
ELECTRICO	3	40	5.00	0.00	160.00	0.00	165.00	292.50	56.41
INSTRUMENTACION	1	35	2.00	0.00	70.00	0.00	72.00	104.00	69.23
Total de PREVENTIVO	6	125	25.00	0.00	715.00	0.00	740.00	1,266.00	58.45

RESUMEN	OM		H-H Proceso		H-H Terminadas		Total Hrs	H.H.Diapion	Porcentaje(%) Disp. Mano Obra
	Proceso	Termina	Normales	Extras	Normales	Extras			
MECANICO	4	82	28.00	0.00	600.00	0.00	628.00	869.50	95.23
ELECTRICO	4	66	7.00	0.00	264.00	0.00	271.00	292.50	92.65
INSTRUMENTACION	2	50	4.00	0.00	95.00	0.00	99.00	104.00	95.19
TOTAL	10	198	39.00	0.00	1,169.00	0.00	1,198.00	1,266.00	94.63

En lo que respecta a esta semana se vieron grandes cambios, no se ha llegado a cumplir el objetivo, pero si se mantiene esto por todo el mes se tendrán mejores resultados. A los supervisores se les tendrá que capacitar para la captura del tiempo disponible de la gente, así como la ejecución de los trabajos.

Para llevar un control de las ordenes de trabajo se generó el siguiente reporte semanal:

Policyd, S. A. de C. V. Departamento de Mantenimiento			
Reporte de Mantenimiento			
<i>Semana de trabajo: 7 al 11 de Enero del 2002</i>			
N° de ordenes de trabajo generadas:	<u>208</u>		
N° de ordenes de trabajo realizadas:	<u>198</u>		
N° de ordenes de trabajo pendientes:	<u>10</u>		
N° de ordenes de trabajo por mantto. preventivo :	<u>131</u>		
N° de ordenes de trabajo solicitadas por Producción :	<u>74</u>		
N° de ordenes de trabajo por mantto. predictivo :	<u>3</u>		
N° de ordenes de trabajo trabajos extras :	<u>0</u>		
Total de mecánicos :	<u>25</u>		
Total de eléctricos :	<u>9</u>		
Total de instrumentistas :	<u>3</u>		
Total de contratistas :	<u>5</u>		
Trabajos pendientes			
N°	Descripción	O.T.	Causa
1	Cambiar interruptor de los pella 26 y 27	18201	Los terminales eran de diferente diámetro
2	Conectar y calibrar detectores de gas de los Niros I y II	18706	Disponibilidad de técnico
		18707	
3	Conectar bomba nueva de alimentación a Niros	18710	No llegó el mecánico
		18711	
4	Pinar el transportador del Ventury I	18845	No entregó a tiempo el proveedor

Este reporte ayuda a identificar la cantidad de ordenes de preventivo-predictivo y correctivos generadas y el seguimiento de estas. Al igual se describe los trabajos pendientes y la causa por que no se ejecutaron. Estos se tomaran en cuenta para la siguiente semana, dándoles prioridad.

Se generaron ordenes de mantenimiento predictivo como las de mantenimiento preventivo. Para que ya no se generen ordenes de mantenimiento correctivo.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Los supervisores se les ha pedido entregar una relación de los equipos que se requieren de mantenimiento preventivo, para darlos de alta en el sistema de base de datos, para aumentar el porcentaje de mantenimiento preventivo y a su vez disminuir los correctivos.

Forma de cómo se analizó el indicador de disponibilidad de mantenimiento, pero para realizarlo se obtuvieron los datos del tiempo muerto por área por lo que se tiene:

TIEMPO MUERTO POR AREA
DE ENERO DEL 1 AL 7 DEL 2002

AREA	MECANICO	ELECTRICO	INSTRUMENTACION	TOTAL TIEMPO MUERTO
NIRD I	1.30	0	0	1.30
NIRD II	3.25	0.15	0	2.40
VENTURY I	0	0	0	0.00
VENTURY II	0.20	0.10	0	0.30
PASTA 3300	1.15	0	0	1.15
PASTA 5500	1	0.20	0	1.20
COPO 3300	0.10	0.20	0	0.30
HOMO 5500	0.0	0	0	0.00
TOTAL TIEMPO MUERTO	6.40	1.05	0	7.45

se generó una tabla anotando el tiempo muerto que va generando en cada área de producción dividiéndolas por los diferentes departamentos de mantenimiento.

Por ejemplo: obtener la disponibilidad de mantenimiento del 1 al 7 de enero:

El tiempo muerto es de 7.45 hrs por lo tanto la disponibilidad de mano de obra es:

$$\% \text{ Disp. Total} = \left[1 - \frac{\text{Suma del tiempo total perdido}}{\text{Tiempo total disponible del equipo}} \right] \times 100$$

$$\% \text{ Disp. Total} = \left[1 - \frac{7.45}{120} \right] \times 100 \qquad \% \text{ Disp. Total} = \left[1 - 0.062083 \right] \times 100$$

% Disp. Total= 93.79

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

En lo que respecta a este resultado también se va mejorando pero aún no se ha cumplido porque el objetivo es del 98% y el que hemos obtenido hasta el momento es de 93.79%.

TIEMPO EXTRA

El organizar bien a la gente, evitar permisos, se puede cumplir con el tiempo extra. En lo que respecta a esta semana del 7 al 11 de Enero no se ha tenido tiempo. En caso de que se hubiera obtenido se generará un formato en donde se indique este.

Policyd S A de C V
Departamento de Mantenimiento

TIEMPO EXTRAORDINARIO DE MANTENIMIENTO ENERO DEL 2003
(SEMANA 1)

SEM	DIA	TRABAJADOR	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	DEPARTAMENTOS MECANICO Y ELECTRICO			
				JORNADA EXTRA (Hs)	DESCANSO LABORARDO (Hs)	JUNTA DE SEGURIDAD (Hs)	TIEMPO TRIPLE
1	06/01/02	A. FLORES	Junta de seguridad			1	
1	07/01/02	A. FLORES	Cambiar interruptor termomagnético del PU-501A	1			
TOTAL DE HORAS ACUMULADAS DURANTE LA SEMANA 1				1	0	0	0
TOTAL DE HORAS ACUMULADAS DURANTE ENERO				1	0	0	0

De esta manera se lleva un control de la gente que se le ha pagado tiempo extra y también de cómo se comporta los departamentos, y así cumplir con nuestro objetivo que para el 2002 se redujo a un 10%, por lo tanto quedó para mecánico 77.4 hrs mensual; eléctrico 21.6 hrs mensual.

Lo importante de todo esto es que no haya tiempo extra para así mejorar los cotos generados en mantenimiento, con los programas que se cambiaron y una buena supervisión para la ejecución de los trabajos, esto se puede realizar y como se había mencionado anteriormente hay suficiente gente para ejecutar el trabajo.

CAPACITACIÓN

El porcentaje de capacitación que se tiene que cumplir es del 4% mensual por todo el departamento esto quiere decir que cada una de las personas del departamento de mantenimiento tiene que tener 7 horas mensuales de capacitación.

Este porcentaje es otorgado por el Corporativo CYDSA de la empresa POLICYD por lo que se realiza un programa en donde la gente cubra este porcentaje, en donde colaboran los Supervisores y el Planeador de Mantenimiento.

Para realizar este programa de capacitación se tiene que tomar en cuenta procedimientos de mantenimiento en equipos que mayor problema causaron en el 2001.

Entonces tenemos:

	PROGRAMA ANUAL DE CAPACITACIÓN 2002	Policyd, S. A. de C. V. Planta La Prasa
---	-------------------------------------	--

CLAVE DEL CURSO	CURSO / EVENTO	DIRIGIDO A QUIEN	No. DE PERSONAS	SESIONES EN EL AÑO													
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
CI - 01 - 02	Inducción al personal de nuevo ingreso	Mec/Elec/Instrum	5														
CI - 02 - 02	Capacitación y certificación de los 9 métodos de ISO-14000	Mec/Elec/Instrum	24M/9E/3I														
CI - 03 - 02	Capacitación A Homogeneizadores, "D", "C" y Teclma: MPL128, MPL129 Y MPL130	Mecánicos	4														
CI - 04 - 02	Conversion, 3300 y 5500	Mecánicos	6														
CI - 05 - 02	Cambio de sellos a reactores MPI-111	Mecánicos	6														
CI - 06 - 02	Revisión y mantenimiento de cargadores y banco de baterías	Eléctricos	9														
CI - 07 - 02	Operación de Plantas de Emergencia	Eléctricos	9														
CI - 08 - 02	MPI-004	Instrumentistas	3														
CI - 09 - 02	MPI-005	Instrumentistas	3														
CI - 10 - 02	Proyectos de Mejora Continua	Supervisores	5														
CI - 11 - 02	Hazop	Supervisores	5														

FIRMA RESPONSABLE DE AREA	FIRMA SUPERINTENDENTE DE RELACIONES INDUSTRIALES	FIRMA GERENTE DE AREA
FECHA DE ELABORACION Enero 2002		

FPR-003

Estos son algunos de cursos que se programarán para el 2002, con esto se puede cumplir con el objetivo de capacitación y a la vez obtener la certificación de los operarios en cada equipo.

AUSENTISMO

El departamento no había tomado en cuenta esta parte, porque creían que no era de gran impacto, pero de esta forma podemos justificar el tiempo extra cuando sea generado.

Ausentismo de los días 7 al 11 de Enero del 2002:

• Accidentes	<u>0</u>	
• Permisos	<u>8</u>	31 hrs
• Vacaciones	<u>4</u>	30 hrs
• Castigos	<u>0</u>	
• Capacitación	<u>2</u>	10 hrs
• Prestaciones (maternidad, paternidad, defunción, etc)	<u>0</u>	
• Incapacidades	<u>0</u>	
TOTAL		71HRS

Ausentismo: suma de días detectados por estos conceptos. El departamento de control de personal proporcionará este dato.

$$\frac{\text{Horas por ausentismo por mes}}{\text{Horas-hombre total mensual}} \times 100$$

% AUSENTISMO = (71/1266) * 100= 5.60%

CONFIABILIDAD DEL EQUIPO

Falta un indicador que resolver **confiabilidad del equipo** un ejemplo de ello es :

Hay un equipo que es el Atomizador, la frecuencia de sus correctivos es bastante elevado, por lo que se tiene que analizar su confiabilidad, tan solo en una semana se han obtenido más 6 fallas por lo tanto se tiene:

$$\text{Confiabilidad} = \left(1 - \frac{\text{Tiempo de fallas: (Mec, Elec, Inst)}}{\text{Tiempo Total disponible del equipo}} \right) \times 100$$

$$\text{Confiabilidad} = \left(1 - \frac{12}{120} \right) \times 100 = 80\%$$

Por lo tanto este equipo tiene problemas por lo que hay que realizar un chequeo. No es confiable, pues es un equipo de gran importancia para el proceso de resina.

Obteniendo estos resultados, se discute primero con los supervisores, para que se den cuenta de lo que se ha obtenido con su trabajo. Estos resultados se entregan en un solo reporte entregando solo resultados.

Cada mes se recomienda que se tenga una junta con el personal de mantenimiento y que se les muestre el avance del departamento así como también los problemas que se presentaron.

Al igual se realiza esta junta mensual con el Gerente de Planta y el Superintendente de mantenimiento, tomando participación los supervisores de mantenimiento (Eléctrico y Mecánico) dirigidos por el Planeador de Mantenimiento.

Cada fin de año se juntan los supervisores, el planeador de mantenimiento, el superintendente de ingeniería y gerente de planta, para fijar los objetivos iniciando por los resultados que generaron en el año en curso; también analizan los presupuestos, el objetivo en Policyd, es que en cada año haya una reducción del 10% de lo gastado del año anterior, por lo que mantenimiento tiene que saber que mantenimientos preventivos serán contratados, y cuales serán sus prioridades para realizar dicho presupuesto.

Aquí se toma en cuenta el personal empleado, sindicalizado, costo de refacciones y herramientas, proyectos, mantenimientos contratados.

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Al final el reporte que debe entregar el planeador de los indicadores de mantenimiento es como el que se presenta:

**RESULTADOS DE MANTENIMIENTO
DURANTE ENERO DEL 2002**

INDICADOR	OBJETIVO	MES	PROM.
SEGURIDAD			
a) Accidentes leves	0	0	0
b) Accidentes incapacitantes	0	0	0
TOTAL	0	0	0
CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTTO.			
a) Supervisor mecanico	100%	99.20%	99.20%
b) Supervisor electrico	100%	94.79%	94.79%
c) Supervisor instrumentista	100%	100.00%	100.00%
CUMPLIMIENTO TOTAL..	100%	97.99%	97.99%
PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA DE MANTTO.			
a) Mecanicos	85%	100.23%	92.58%
b) Electricos	85%	91.19%	87.99%
c) Instrumentistas	85%	98.87%	98.73%
TOTAL	85%	96.76%	93.10%
DISPONIBILIDAD DE MANTTO			
a) PASTA 3300G	98%	98.50%	98.44%
b) PASTA 5500G	98%	96.90%	97.15%
c) COPO 3300G	98%	96.50%	99.26%
d) HOMO 5500G	98%	99.46%	99.59%
e) NIRO I	98%	98.79%	99.33%
f) NIRO II	98%	98.23%	97.74%
g) VENTURY I	98%	97.58%	98.24%
h) VENTURY-II	98%	100.00%	99.91%
TOTAL	98%	98.24%	98.58%
COSTOS DE MANTTO.			
a) Costos de Ingenieria contratada	\$142,600	\$362,807	\$1,620,224
b) Costos de mantto. preventivo	\$484,653	\$603,358	\$3,026,636
c) Costos de mantto. correctivo	\$210,250	\$134,952	\$700,944
d) Costos de mantto. predictivo.	\$6,000	\$0	\$5,000
TOTAL	\$843,503	\$1,101,117	\$5,352,804
f) Costo de mantto./ ton de pvc.	\$368.36	\$813	\$475
TIEMPO EXTRA (HRS.)			
a) Mecanicos	80	1	1
b) Electricos	8	0	0
c) Descanso laborado	0	0	0
TOTAL	88	1	1
AUSENTISMO			
a) mecanicos	0	2	2
b) Electricos	0	1	1
c) Instrumentistas	0	0	0
TOTAL	0	0	0
CAPACITACION			
a) Personal sindicalizado hrs.-hombre	54.5	7.5	694
b) Personal empleado hrs.-hombre	167.5	0	4.5
PORCENTAJE	2.87%	0.10%	1.30%

Como se puede apreciar tiene los diferentes indicadores con los departamentos participantes, el objetivo a seguir, y la comparación con el año anterior de esta manera y más visible la mejoría del departamento.

Otras de las cosas que no se deben de olvidar para la obtención de estos resultados son:

1. Buena comunicación entre supervisores y el Planeador.
2. Comunicación entre mantenimiento y Operaciones.
3. Tener comunicación directa con el personal de mantenimiento explicándoles la importancia que se tiene de mejorar el sistema e pidiéndoles sugerencias para la mejora de estas.
4. Tener buena supervisión.
5. Hacer un solo equipo: Superintendente de ingeniería, Supervisores y Trabajadores.



CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo el departamento de Mantenimiento de la Industria Química POLICYD, se ha mostrado una guía de cómo llevar la planeación y programación de mantenimiento y la cual se está llevando a cabo, los resultados no se verán de un mes para otro, de echo se ha fijado el objetivo para diciembre del 2002, para ver las mejorías que este sistema vaya produciendo.

La problemática de la industria era bastante preocupante, pues estaban presentando pérdidas en costo del mantenimiento preventivo y descontrol de los programas de mantenimiento que perjudican directamente al mantenimiento de los equipos. También había una infinidad de información de los equipos en la base de datos que no era verídica, lo cual se está capacitando al personal para la identificación de los equipos, así mismo, el concepto claro de un mantenimiento preventivo-predictivo y/o correctivo.

El realizar el estudio de la problemática de mantenimiento, se pudo atacar y mejorar el sistema de planeación y programación de mantenimiento logrando con esto disminuir los correctivos de los equipos y aumentar los preventivos- predictivos para llegar al porcentaje que se ha planteado como objetivo que es de mantenimiento preventivo a un 90% y un correctivo a un 10%.

Para que se cumpla tal porcentaje, se realizaron más ordenes de mantenimiento preventivo y predictivo que son elementales para evitar mantenimientos correctivos, para esto, se realizaron las modificaciones pertenecientes a los formatos de mantenimiento preventivo-predictivo.

CONCLUSIONES

De la misma forma se está tomando en consideración a equipos que por su vida útil necesitan ser reemplazados por lo que se necesita realizar nuevos proyectos de instalación de nuevos equipos o instalaciones.

También se está logrando que la gente trabajara a su máximo y no estuvieran perdiendo el tiempo con lo que se va realizando más mantenimiento preventivo-predictivo que correctivos, ya que con estudio de tiempos y movimientos la gente no tienen pretexto para llevar más tiempo al ejecutar su trabajo.

Al personal de mantenimiento se les está capacitando de los equipos que tuvieron más dificultades el año anterior, dando con esto un buen resultado del trabajo de mantenimiento y a la vez se les está certificando para realizar dicho trabajo.

Otros de los asuntos que no se marcaron en este trabajo, es la cooperación de los supervisores y trabajadores, así como el del Superintendente de Ingeniería y el Gerente de Planta. Para mí es muy importante este punto, porque todo dato proporcionado para cualquier trabajo o departamento, debe ser un dato real porque si se alteran los datos, entonces estaremos trabajando sobre algo irreal.

Desgraciadamente esta situación también trajo problemas a los resultados de mantenimiento, ya que por entregar resultados que le convienen en cierta forma a la gerencia se empezó a manipular algunos datos o se ocultaban dificultades que se presentaban con los equipos. A raíz de todo esto que surgió se dieron cuenta que el alterar los datos o no presentar los problemas tal cuales como eran, se podían atacar sin mayor problema.

Por último solo puedo concluir que mantenimiento es una parte esencial para cualquier empresa, pero no quiere decir que sea el más importante, ya que cada departamento tiene su porcentaje de importancia y de todos se necesita.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- **Manuales de Administración de Mantenimiento**
CEMENTOS ANAHUAC
Tlalnepantla. Estado de México
- 2.- **Planeación y Control del Mantenimiento**
Volumen II
4^o Congreso Nacional de la Industria Siderúrgica.
- 3.- **La Administración de Mantenimiento**
Ingeniero Enrique Dounce
CECSA, 2da Edición. 1995
- 4.- **Manual Completo de la Administración de Mantenimiento**
Ingeniero Jhon F. Heintzelman
Lineal Publish Company, 1996
- 5.- **Manuales de Administración de Mantenimiento**
Kimberly Clark, 1995
- 6.- **Organización de Empresas Industriales**
Spriegel Lanburh
CECSA
- 7.- **Manual del Ingeniero Mecánico**
Volumen III
Marks 2da Edición
- 8.- **Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial**
Francois Monchy.
Masson, Edición 1990.

9.- Manual de Ingeniería Industrial. (Organización, Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Química, Civil, Procesos y Mantenimiento.

Lc Morrow.

TOMO I

Cia Editorial Continental S.A. de C.V., México Novena impresión Julio 1984.

10.-Manuales de Administración de Mantenimiento

Polycid S.A. de C.V.

Planta La Presa, 1997

11.-Manual del polímero PVC

Polycid S.A. de C.V.

Planta La Presa, Altamira, 1998

12.-Proceso del polímero (bajo el consentimiento de Polycid)

Polycid S.A. de C.V.

Planta La Presa, 1998

13.-Métodos y Modelos de Investigación de operaciones

Juan Prawda

Editorial Limusa, 1990

14.-Principios de Administración

George R. Terry, 1987

15.-Introducción a la Ingeniería Industrial.

Richard C. Vaughn

Reverté S.A., 20 Edición 1993.