



Foto 3-7 Vista del acceso sur a colectores de molinos de materia prima 7 y 8 antes de implementar las 5S+1



Foto 3-8 Vista del acceso sur a colectores de molinos de materia prima 7 y 8 después de implementar las 5S+1

3.6.- 2º paso, el Mantenimiento Autónomo

Para la implementación del Mantenimiento Autónomo en la Planta Monterrey fué necesario elaborar un Manual de Capacitación por parte de miembros del Grupo de Implementación del MPT formado por empleados de la planta , y posteriormente dentro del programa de capacitación al personal técnico de les mostró y explicó detalladamente el contenido del manual por parte de miembros del grupo de MPT quienes fungieron como instructores facultados para enseñar esta nueva filosofía al personal de producción.

El contenido del manual se muestra a continuación:

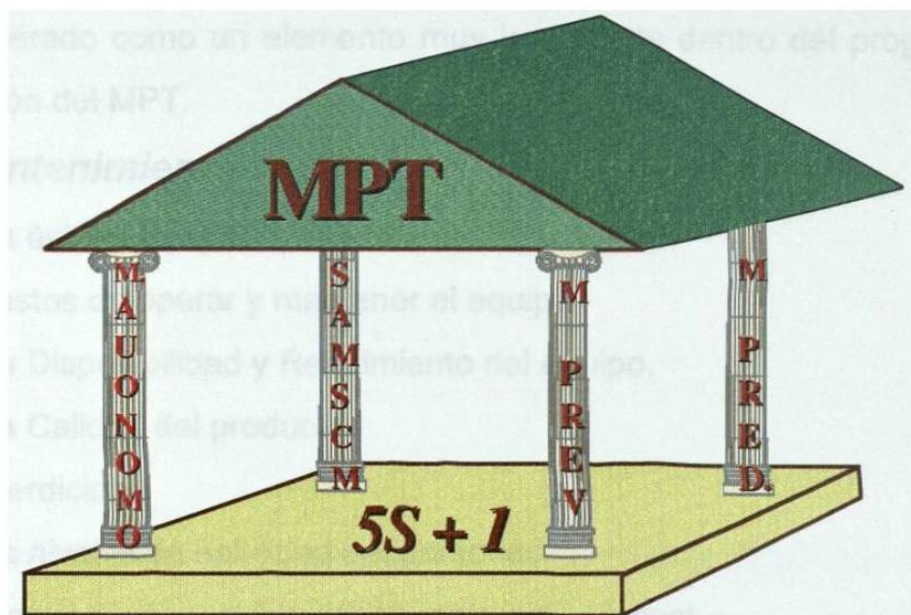


Figura 3-5 Modelo utilizado para facilitar el entendimiento del MPT por el personal de Planta Monterrey.

¿Qué es el MPT?

Es el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados y operarios en una organización.

Seiichi Nakajima

JIMP

Es parte de una estrategia de Administración de Calidad Total que se enfoca al equipo.

Atender el Mantenimiento del equipo mediante el involucramiento total del personal

John Mónaco Productivity Inc.

Definición de mantenimiento autónomo

Es el mantenimiento básico realizado al equipo productivo por medio de los grupos de trabajo que lo operan.

Es considerado como un elemento muy importante dentro del programa de implementación del MPT.

Metas del mantenimiento autónomo

Alargar la vida útil del equipo.

Reducir los costos de operar y mantener el equipo.

Incrementar la Disponibilidad y Rendimiento del equipo.

Incrementar la Calidad del producto.

Eliminar desperdicios.

Acrecentar los niveles de habilidad del personal.

Asegurar la cooperación y el involucramiento del personal.

Necesidad del mantenimiento autónomo

Las empresas que han sobrevivido en un mundo competitivo han logrado el éxito a través de la implementación del Mantenimiento Autónomo entre otras estrategias y lo han convertido en un programa indispensable para eliminar pérdidas y desperdicios y maximizar la efectividad del equipo existente.

Estas empresas han reconocido y aceptado que la mejor gente para resolver los problemas de operar y mantener el equipo son aquellas que están más íntimamente ligadas en el lugar de trabajo.

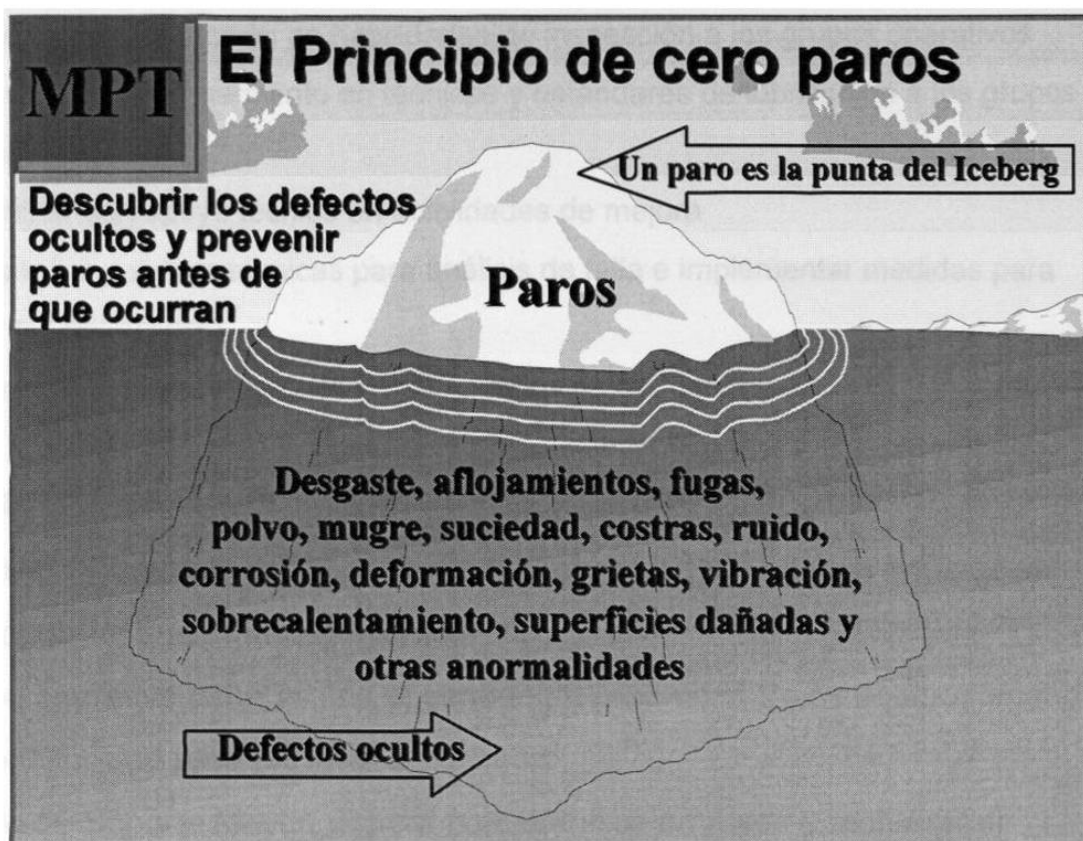


Figura 3-6 El principio de los cero paros

Actividades de los Grupos Operativos

El grupo operativo deberá enfocarse en la prevención del deterioro a través de las siguientes actividades:

- Limpieza, lubricación y reapriete de tornillería.
- Inspección diaria utilizando los 5 sentidos durante la operación normal.
- Detección oportuna de anomalías (Prevención de fallas y accidentes).
- Medidas de emergencia cuando aparecen condiciones anormales.
- Ayuda en reparaciones y fallas inesperadas.

Actividades de Grupos de Soporte Mayor

El grupo de soporte mayor deberá poner todo su esfuerzo dentro del mantenimiento planeado (preventivo y correctivo) concentrándose en evitar el deterioro. Su tarea fundamental es mejorar la continuidad de operación y seguridad en los equipos, además esforzarse por incrementar sus habilidades y conocimientos técnicos. Otras tareas relevantes son:

- Proporcionar instrucción en habilidades de inspección a los grupos operativos
- Proporcionar entrenamiento en técnicas y estándares de lubricación a los grupos operativos.
- Contribuir con apoyo técnico en actividades de mejora.
- Desarrollar y aplicar técnicas para análisis de falla e implementar medidas para evitar su recurrencia.
- Dar seguimiento a la medición de resultados de mantenimiento.

Integración de Grupos Operativos y Grupos de Soporte Mayor

- Detectando y tratando oportunamente las anomalías de los equipos se puede lograr un buen mantenimiento.
- El grupo operativo debe asumir el sentido de propiedad de su equipo tomando la responsabilidad para prevenir el deterioro.
- El grupo de Soporte Mayor, deberá concentrarse en medir y restaurar el deterioro de manera que los grupos operativos puedan usar los equipos con confianza.
- Entre ambos grupos deberá existir entendimiento y apoyos mutuos y deberán de integrar esfuerzos para lograr objetivos comunes.

Atendiendo condiciones básicas del equipo

Las actividades de mantenimiento autónomo practicadas por los grupos operativos se enfocan en la prevención del deterioro. Atendiendo las condiciones básicas del equipo (a través de limpieza, lubricación y ajuste de tornillería) es como se lleva a cabo esta actividad fundamental de mantenimiento.

La causa principal de la mayoría de las fallas es el deterioro del equipo. Esta consiste en el deterioro natural inherente a la operación del equipo y el deterioro acelerado el cuál ocurre cuando el equipo opera en un ambiente dañino. La clave para reducir las fallas es prevenir el deterioro acelerado.

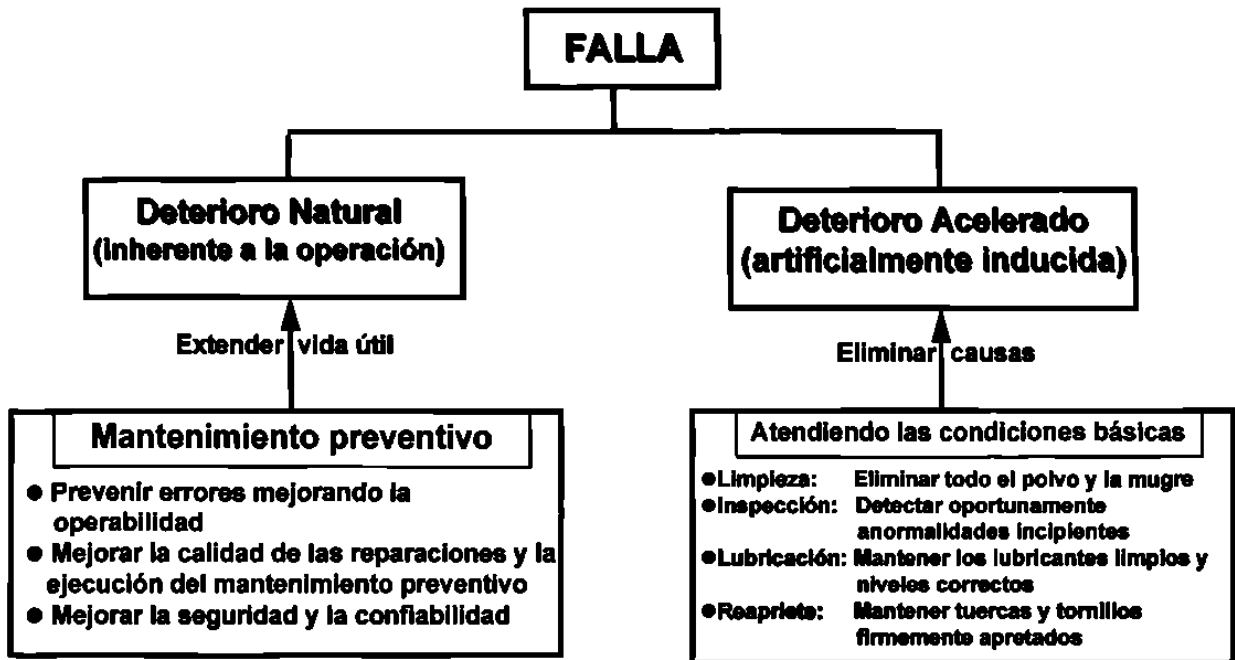


Figura 3-7 Esquema para determinar y prevenir fallas en los equipos

La importancia de la limpieza

La limpieza consiste en la remoción de todo el polvo, costra, mugre, aceite, grasa y otros contaminantes que se adhieren al equipo y sus accesorios ocultando sus defectos. Esto es más que una práctica rutinaria, los efectos dañinos por fallas de limpieza son innumerables.

La tabla 3-1 enlista algunos de los más serios

Fallas	Polvo y materiales extraños penetran en partes rotativas, partes deslizantes, sistemas hidráulicos y neumáticos, sistemas y sensores eléctricos de control etc. causando pérdida de precisión, funcionamiento anormal, fallas como un resultado del desgaste, resistencia a la fricción, fallas en el sistema eléctrico etc.
Defectos de Calidad	Los defectos de Calidad son causados directamente por la contaminación del producto con materias extrañas o indirectamente como resultado de fallas del equipo.
Deterioro acelerado	El polvo y la mugre acumulados en la maquinaria dificultan encontrar y corregir grietas, juego excesivo lubricación insuficiente y otros desordenadores, dando como resultado un deterioro acelerado.
Pérdidas de velocidad	El polvo y la mugre incrementan el desgaste y la resistencia a la fricción en el equipo, causando pérdidas de velocidad y desempeño ineficiente

Tabla 3.1 Efectos dañinos por limpieza inadecuada

La clave para detectar defectos menores en las condiciones del equipo y otras anomalías es formarse una imagen mental de las condiciones ideales del equipo y mantenerla siempre presente mientras se efectúa la limpieza. Estas son algunas sugerencias para descubrir o localizar defectos.

- Examine el equipo para la detección de defectos visibles e invisibles, como aflojamientos, vibraciones leves y ligeros sobrecalentamientos que solo tocando se pueden detectar.
- Examine cuidadosamente poleas y bandas desgastadas, cadenas de transmisión sucias, filtros de succión tapados y otros problemas que comúnmente provocan fallas.
- Observe si el equipo es fácil de limpiar, lubricar, inspeccionar, operar y ajustar. Identifique y elimine obstáculos .
- Asegure que todos los medidores operan correctamente y que están claramente marcados con los valores de proceso especificados.
- Investigue cualquier fuga de: vapor, agua, aceite, aire, etc..
- Perseguir los problemas ocultos, como la corrosión dentro de materiales aislantes de tuberías, columnas, y tanques. Así como también bloqueos dentro de ductos y chutes.

Implementando el Mantenimiento Autónomo paso a paso

Paso 1.-Limpieza inicial

Objetivos:

- Evitar el deterioro acelerado del equipo eliminando el entorno nocivo de polvo y suciedad.
- Atender las condiciones básicas del equipo.
- Elevar la calidad del trabajo de inspección y reparación y reducir sus tiempos
- Descubrir y eliminar los defectos ocultos.

Actividades:

- Limpieza previa a inspección por los grupos operativos.
- Enfocado al cuerpo principal del equipo.
- Exposición de condiciones anormales como:
 - Partes dañadas o rotas
 - Desgastes y rasgaduras
 - Holguras o aflojamientos
 - Desalineamiento o deformación
 - Superficies dañadas u oxidadas

- Fugas
- Defectos ocultos por polvo, mugre etc.

Paso 2.- Atender lubricación básica

Objetivos:

- Asegurar que las condiciones del equipo son mantenidas.
- Asegurar un mantenimiento minucioso (esmerado)
- Realizar rutinas de lubricación mediante controles visuales facilitando el ejercicio de la actividad.

Actividades :

- Entrenar a los grupos operativos en la ejecución de las rutinas de lubricación en marcha
- Estandarizar las tareas de lubricación.
- Documentar los estándares de lubricación.

Paso 3.- Realizar la inspección general del equipo.

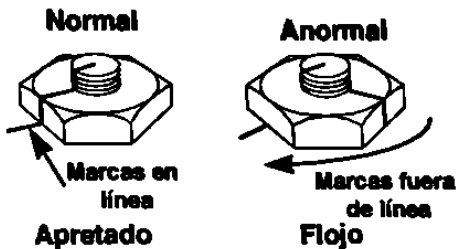
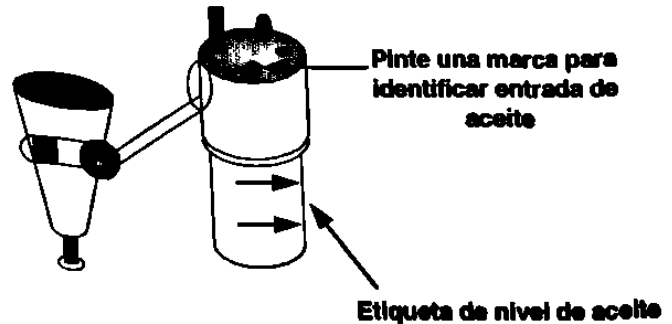
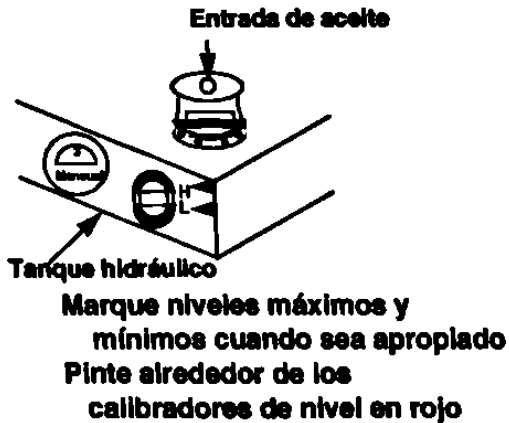
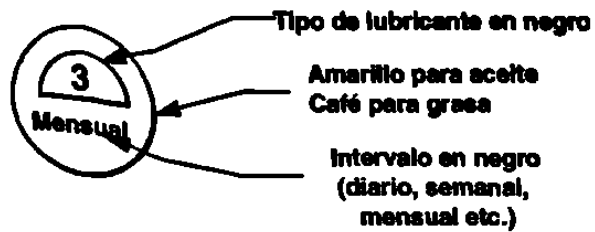
Objetivos:

- Mejorar la confiabilidad del equipo
- Desarrollar a los grupos operativos en las técnicas del mantenimiento y en planteamiento de mejoras en base a los datos e información obtenida.
- Corregir anomalías del equipo a través de la práctica diaria.

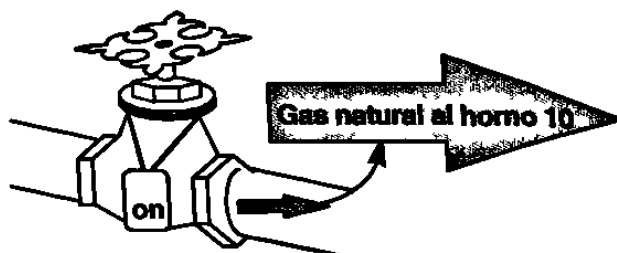
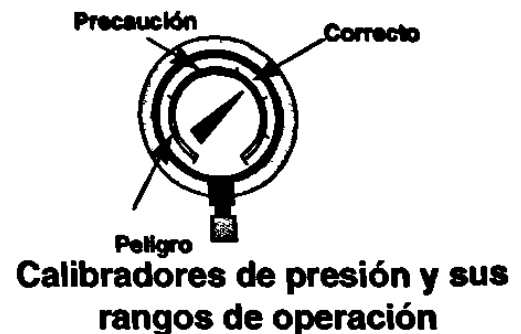
Actividades :

- Capacitar a los grupos operativos sobre técnicas de inspección con base en manuales.
- Introducir controles visuales en el equipo, como placas sobre indicadores con las gamas correctas de operación, indicadores on-off sobre válvulas placas indicando tipos y cantidades de lubricante etc.
- Modificar el equipo para facilitar el chequeo, haciendo uso extenso de los controles visuales, ver Fig. 3.8

Preparar etiquetas de lubricación de acuerdo a los estándares
 Pegar las etiquetas junto a los puertos de lubricación o sobre la cubierta del tanque
 Marcar con pintura cuando la etiqueta no pueda ser pegada



Marcas para tornillos y tuercas



Etiquetas para tubos y válvulas e indicadores de flujo

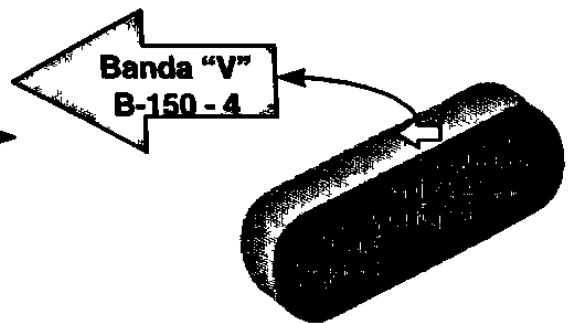


Figura 3-8 Ejemplos para implementar el control visual en la planta

Paso 4.-Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles

Objetivos:

- Prevenir el deterioro acelerado del equipo
- Efectuar la limpieza más fácilmente
- Estimular la creatividad del personal.
- Eliminar desde su causa raíz los problemas que provocan la contaminación.

Actividades :

- Introducción de mejoras al equipo
- Eliminación de obstáculos y lugares inaccesibles
- Seguimiento y documentación de las emisiones.
- Tomar iniciativas personales o de grupo para la solución de los problemas
- Seguimiento a problemas sin resolver

Paso 5.- Establecer estándares de limpieza y ajuste de tornillería**Objetivos:**

- Prevenir el deterioro acelerado del equipo
- Mantener las condiciones básicas del equipo
- Realizar inspecciones precisas mediante controles visuales facilitando el ejercicio de la actividad.
- Estimular la participación de los grupos operativos en actividades de mejora.

Actividades :

- Formular estándares de trabajo que ayuden a mantener la limpieza y ajuste de tornillería en niveles adecuados con mínimo esfuerzo.
- Mejorar la eficiencia del trabajo de inspección introduciendo controles visuales.

Paso 6.- Realizar inspecciones generales de los procesos**Objetivos:**

- Mejorar la confiabilidad y seguridad globales de los procesos mediante una operación correcta.
- Desarrollar a los grupos operativos en las técnicas del mantenimiento y en el planteamiento de mejoras en base a los datos e información obtenida.
- Corregir anomalías del equipo a través de la práctica diaria.

Actividades :

- Capacitar a los grupos operativos sobre el dominio de los procesos y las operaciones adiestrándolos en el manejo y corrección de anomalías.
- Modificar el equipo para facilitar su operación.
- Incorporar a la inspección periódica del equipo, las actividades de inspección de parámetros de control del proceso.

Paso 7.- Mantenimiento autónomo sistemático

Objetivos:

- Enseñar a los grupos operativos a apreciar la importancia del mantenimiento de calidad y ayudarlos a comprender la relación entre el equipo y la calidad.
- Ampliar la esfera de la auto-gestión sistematizando y estandarizando elementos de control.
- Establecer un sistema de mantenimiento de calidad basado en la relación que existe entre los equipos y la calidad del producto.

Actividades :

- Establecer un sistema de auto-gestión para mejorar en el lugar de trabajo, el flujo de: materiales, refacciones, herramientas, información, etc.
- Establecer condiciones para la seguridad del personal y la calidad del mantenimiento por medio de procedimientos y estándares claros para una operación confiable.
- Mejorar continuamente los procedimientos con el fin de reducir o facilitar el trabajo de rutina.

Paso 8.- Práctica plena de la auto-gestión

Objetivos:

- Mejorar la confiabilidad, seguridad, mantenibilidad, calidad y operabilidad de los procesos mediante un análisis sistemático de datos por parte de los grupos operativos.
- Capacitar a los grupos operativos para realizar reparaciones simples y restaurar el equipo desarrollándolos en técnicas de reparación.
- Aumentar la habilidad de los grupos operativos para registrar y analizar datos y que adquieran habilidad en técnicas de mejora.

Actividades :

- Desarrollar actividades de mejora estandarizándolas de acuerdo a objetivos y políticas
- Reducir costos eliminando el desperdicio en los lugares de trabajo.
- Mejorar continuamente los equipos llevando registros precisos del mantenimiento

(p.e.TMEF) y analizando los datos sistemáticamente.

A continuación les presento algunos resultados obtenidos a la fecha con la implementación del Mantenimiento Autónomo.

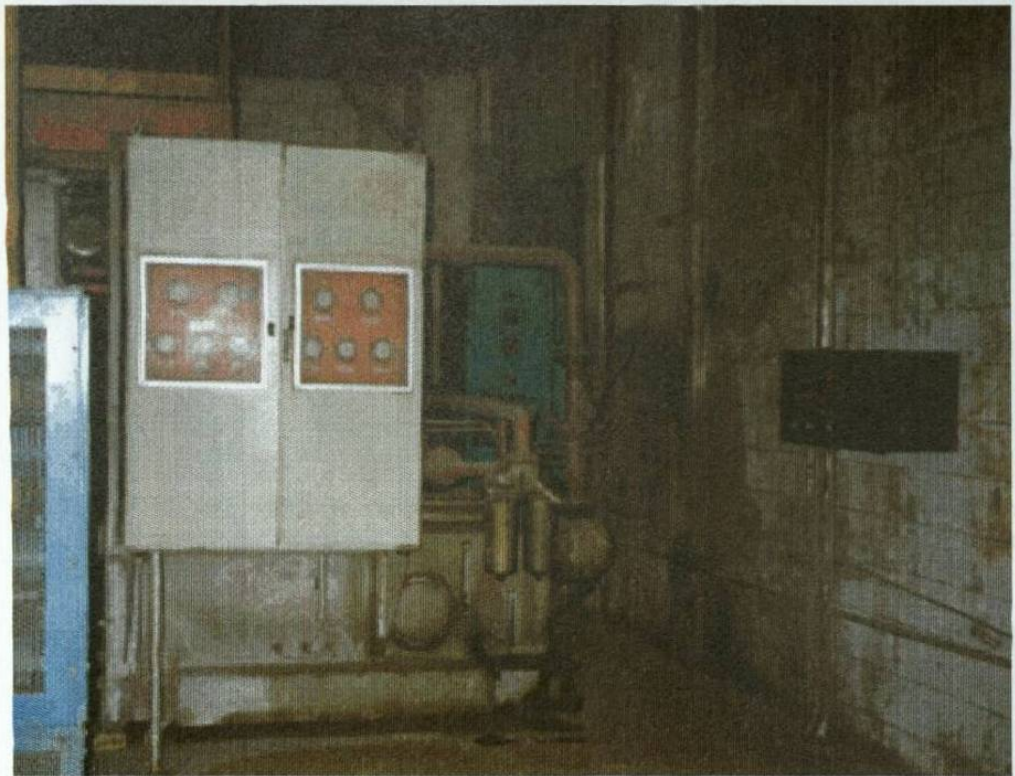


Foto 3-9 Vista del área de la Unidad Hidráulica del sistema de lubricación del reductor MAAG del impulso del molino de materia prima 6 antes de implementar el Mantenimiento Autónomo.

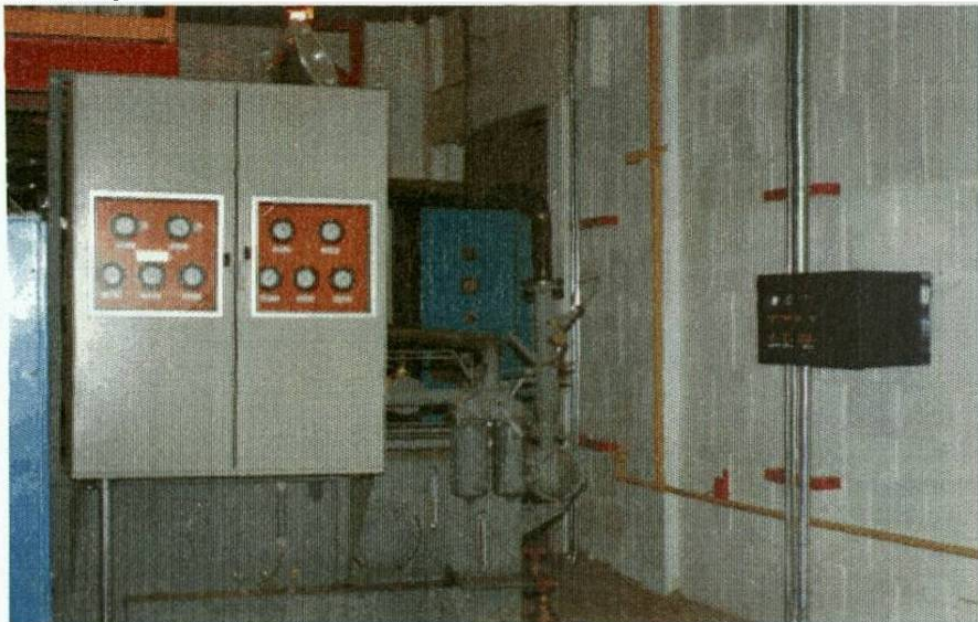


Foto 3-10 Vista del área de la Unidad Hidráulica del sistema de lubricación del reductor MAAG del impulso del molino de materia prima 6 después de implementar los pasos 1 y 2 del Mantenimiento Autónomo



Foto 3-11 Vista del área de la plataforma del Horno N° 10 donde se muestra la tubería de alimentación de coque de petróleo al quemador principal antes de implementar el Mantenimiento Autónomo



Foto 3-12 Vista del área de la plataforma del Horno N° 10 donde se muestra la tubería de alimentación de coque de petróleo al quemador principal después de implementar los pasos 1 y 2 del Mantenimiento Autónomo.

3.7.- 3º paso La planeación del mantenimiento

Objetivo:

En Planta Monterrey la actividad de Planeación - Programación tiene como objetivos primarios:

- a).- La ejecución del trabajo de Mantenimiento de acuerdo a programas, con seguridad, de manera eficiente y a un costo mínimo.
- b).- La minimización del tiempo fuera de servicio de los equipos críticos de la Planta.
- c).- La utilización óptima de la mano de obra a través de programas balanceados.

Para lograr estos objetivos, se requiere de varios procedimientos integrados, basados en los principios de programación, a través de una meta común, tales como:

- 1.- El trabajo necesario debe ser identificado con tanta anticipación como sea posible y priorizado, de tal manera que la carga de trabajo pueda ser estimada.
- 2.- Los trabajos de emergencia no pueden ser programados y ejecutados a menos que la carga de trabajo sea ajustada a través de demorar actividades programadas dando los recursos adicionales.
- 3.- La carga de trabajo asignada debe mantenerse en un rango mínimo y máximo razonable.
- 4.- Los trabajos no deben ser programados hasta que cada recurso necesario esté disponible en la cantidad y calidad requerida tales como: mano de obra, partes, materiales, herramientas, equipo especial, el equipo a intervenir y cualquier información ó soporte especial.
- 5.- Se procura programar un 10-15% arriba de la mano de obra disponible como trabajo adicional para aquellos casos cuando los trabajos programados no

puedan ser hechos, por varias razones, ó son finalizados en menor tiempo que el planeado.

Apegándose a estos procedimientos integrados se asegura que el personal del Equipo de Trabajo hará el trabajo efectivamente; con seguridad y los costos globales de mantenimiento se mantendrán al mínimo.

Ventajas

La planeación - programación de mantenimiento tiene un efecto directo en la eficiencia de la ejecución del mantenimiento, y por lo tanto en el costo de producción. Es imposible lograr máxima capacidad de producción sin una adecuada Planeación y Programación del Mantenimiento.

Ciclo de Trabajo de Planeación - Programación

I.- Programas Maestros

Es función del Planeador - Programador en base a los manuales de mantenimiento establecer el Mantenimiento Preventivo - Predictivo a los equipos operativos de la Planta.

Tomando como base esta información, el Planeador - Programador elabora los programas maestros con proyección mínima de un año. Ahí define los paros programados anuales, mensuales y semanales en base a las actividades que requieren el paro del equipo para su ejecución, así como la frecuencia con que debe ocurrir esta actividad.

Las actividades que pueden ejecutarse con el equipo en operación también son identificadas.

Al final de éste proceso de selección tendremos:

- 1.- Un programa maestro de actividades para realizarse con el equipo en operación. Para ejecutar el Mantenimiento Autónomo (lubricación, inspección, limpieza, etc.)**

- 2.- Un programa maestro de actividades para realizarse en cada paro programado y que en base a su frecuencia de ejecución pueden ser: semanales, mensuales o anuales, etc.

II.- Pronóstico de Planeación Semanal

Tomando en cuenta los Programas de Actividades de Mantenimiento Preventivo a ser ejecutadas con equipo en operación, el programa maestro de paros y las Solicitudes de mantenimiento correctivo programado, un día fijo a la semana el Planeador hará un pronóstico de los trabajos mayores a programar para la siguiente semana.

El Planeador Programador revisará la dimensión de toda la carga de trabajo. Tomará acciones correctivas, tal como ajustar los tamaños de los equipos de trabajo disponibles ó hacer recomendaciones en considerar el uso de tiempo extra o personal de contrato.

El mismo día de la semana se tendrá una junta de planeación y programación con representantes de la administración de las áreas para establecer los trabajos críticos de mantenimiento a ser programados en la siguiente semana.

III.- Los Detalles del Trabajo de Planeación y Programación de Rutina (Día a Día).

Procedimientos de Ordenes de Trabajo.

- a. Los Solicitantes originan una solicitud de trabajo. Ellos ponen los datos en la Orden de Trabajo dando particular atención a la descripción del trabajo requerido. La descripción debe ser breve y concisa, pero al mismo tiempo, explícita. Dependiendo de la urgencia, el

solicitante entrega la Solicitud de Trabajo autorizada a Planeación y Programación

- b. La función Planeación - Programación verifica la solicitud de Trabajo recibida verificando la necesidad, claridad y autorización. Asegura que el solicitante ha suministrado toda la información necesaria de la cual es responsable. Cuando es necesario, revisa el trabajo con el solicitante para estar seguro que entiende el trabajo y concuerda con la prioridad de ejecución especificada y su alcance.
- c. El Planeador - Programador verificará si tiene una orden de trabajo similar en el archivo. Si la hay, usa los datos para ayudar a planear el trabajo. Procede a analizar, estimar y secuenciar el trabajo, dando especial atención a especificar las especialidades requeridas, número de personas y horas-hombres estimadas, junto con las refacciones, materiales, herramientas, equipo y facilidades necesarias. En el proceso de planeación de un trabajo, el Planeador puede necesitar consultar con el Coordinador , o Asesor especialista. El Planeador - Programador solicita la reproducción de dibujos, planos, etc. Estima el costo total del trabajo y cuando se requiere regresa la orden de trabajo estimada al solicitante. El también verifica que la Orden de Trabajo ha sido aprobada por el nivel apropiado de administración. Cuando es requerida aprobación adicional, el dirige la Orden de Trabajo al Solicitante de acuerdo con el procedimiento de autorización establecido.
- d. El Planeador - Programador verifica con Almacén, la disponibilidad del material necesario. Cuando se necesita originará una Requisición de compra para

artículos que no están en el almacén. Cuando lo considere necesario, reservará material para Ordenes de Trabajo específicas. Cuando materiales y otros requerimientos están disponibles, se seguirá el procedimiento de programación.

- e. Todas las órdenes de trabajo de mantenimiento que deben ser contratadas, deben ser dirigidas al Planeador - Programador de Mantenimiento. El verificará si el trabajo requerido está apropiadamente cubierto por una Orden de Trabajo y que la información este completa estimando especificaciones del trabajo, instrucciones, fecha de terminación, etc. Cuando todo está en orden, obtiene aprobación del nivel correcto de autorización y asegurar los recursos para el trabajo programado a ser realizado.

Nota: Únicamente las emergencias deberían causar desviaciones de este procedimiento. El trabajo de emergencia puede ser iniciado en cualquier momento necesario para corregir los aspectos de emergencia de la situación. Cualquier requisición verbal, por lo tanto, debe ser confirmada no más tarde que al fin del día o turno de trabajo, con una Orden de Trabajo.

Fase inicial de Programación.

La fase inicial del trabajo del Programador es formular un plan y programa para obtener el número óptimo de Recursos Humanos requeridos, con el equipo necesario y herramientas, para Llevar a cabo el trabajo en la forma más económica. El programador primero prepara un programa tentativo para el siguiente día y turnos, para cada equipo de trabajo.

Formulando un Programa para el Día Siguiente.

A. Cada mañana los Planeadores - Programadores contactarán a los Coordinadores de los equipos de trabajo para discutir lo siguiente:

- i. ¿Que trabajos de Mantenimiento se desarrollaron durante la noche?.
- ii. ¿Hay nuevas Ordenes de Trabajo?.
- iii. ¿ Se desarrollaron trabajos de emergencia ?.
- iv. ¿ Cual es el Estatus del trabajo ejecutado el día ó turnos previos.?

Después de esta junta con los Coordinadores del equipo de trabajo en el campo, el Planeador investiga los trabajos nuevos, usualmente en los sitios del trabajo, entonces planea y estima los recursos para estas nuevas Ordenes de Trabajo.

B. Una junta breve (cerca de 15 min.), es tenida cada día entre el Planeador y cada Coordinador del Equipo de Trabajo , donde se realiza lo siguiente:

- i. El Coordinador del Equipo de Trabajo regresa las Ordenes de Trabajo terminadas con la información para la retroalimentación.
- ii. El Coordinador del Equipo de Trabajo también informa al Planeador acerca del trabajo programado para ese día, así como su opinión del que será llevado a cabo el próximo día o turno, los ejecutores y horas hombre requeridas para su terminación. El informará al Planeador de aquellos trabajos que él espera haber terminado para el fin del día, basando sus predicciones en una evaluación de ese día de trabajo.
- iii. El Planeador y Coordinador del Equipo de trabajo intercambian información de cualquier trabajo de emergencia conocido u otros trabajos urgentes.

- iv. El Planeador revisa los nuevos trabajos y aquellos trabajos que anticipa en el programa para el día siguiente o turnos. Ellos discuten el alcance, cualquier precaución especial, requerimientos, etc.

C. Disponibilidad de Mano de Obra.

En la misma junta diaria el Coordinador dará al Planeador los nombres de los ejecutores que se espera que estén ausentes ese día, y los siguientes días, y la razón de la ausencia. El Planeador prepara su reporte diario de la gente de Mantenimiento y ajusta sus Horas Hombre disponibles. Estos datos, permiten al Planeador programar trabajos acorde con la prioridad de los requerimientos. Ello también permite al Planeador reconocer cuando es necesario conseguir fuerza de trabajo adicional de fuentes externas, para cubrir la carga de trabajo.

En la construcción de los programas de trabajo, los esfuerzos del Planeador son para especificar un día de trabajo completo para cada ejecutor, para prevenir pérdida de tiempo, y para minimizar la transferencia de personal de una área o equipos de trabajo a otro.

D. Disponibilidad de Partes, Materiales, Herramientas Especiales y Equipo.

El Planeador verifica con el Almacén y correlaciona los planes y programas con la disponibilidad de tiempo, refacciones, materiales, herramientas especiales y equipo necesarios, u otro soporte. Asegurar la disponibilidad de tales necesidades en tiempo, lugar, cantidad requerida antes de que el trabajo sea programado. Cuando los recursos estén disponibles, actualiza el Estatus de las órdenes de trabajo para ser programadas.

E. Programación.

Como resultado de la reunión diaria del Programador con el Coordinador, este último indica los trabajos que se espera sean terminados durante el día y que trabajos continuarán en ejecución estimando conjuntamente las HH necesarias para su terminación. Entonces el Programador añade nuevos trabajos que ya deben estar preparados y en base a las prioridades de los trabajos más urgentes a los menos urgentes y a los requerimientos de mano de obra, añade nuevos trabajos hasta que todas las horas hombre disponibles han sido programadas, dichos trabajos integran el programa tentativo a ser ejecutado.

Antes de que el trabajo sea programado, debe estar seguro de que cada recurso esté disponible; y que una vez que el trabajo se inicie, pueda proceder hasta su terminación sin retrasos o interrupciones.

Si después de establecer un programa tentativo, es encontrado que una Orden de Trabajo prioritaria no puede ser ejecutada, el Planeador debe consultar con el Coordinador acerca de cambiar la prioridad el trabajo o la necesidad de tiempo extra ó recursos externos. Una vez hechos los ajustes se elabora el programa tentativo que se presentará.

Confirmación del Programa para el Día Siguiete.

Los programas de Trabajo propuestos por el Planeador deben ser terminados con la mano de obra balanceada, cada día se reúne con el Coordinador del Equipo de Trabajo en una reunión programada. Ellos indican si existe cualquier dificultad aparente y finalizan los programas de trabajo en un programa de mantenimiento global del departamento para los turnos del siguiente día. Las órdenes de trabajo, las cuales no pueden ser programadas y Llegarán a ser sobre carga si son programadas,

son discutidas con el Gerente de Área, tal que ellos estén informados de la situación y una alternativa apropiada de acción pueda ser tomada.

Cuando la junta es concluida, los programas de trabajo son finalizados y autorizados por el Coordinador y entonces estarán listos para ser asignados.

El Planeador - Programador notifica al almacén cuando y a dónde debe enviar determinados materiales y herramientas especiales que han sido especificadas en las órdenes de trabajo que han de ser utilizadas al día siguiente.

La distribución del Programa de Trabajo es hecha cada día por el Planeador Programador al Coordinador de Grupo de Trabajo para transmitirse al equipo de trabajo para el día siguiente.

Transferencia del Personal Especialista.

Para lograr los requerimientos de mano de obra del Programa de Trabajo, puede ser necesario transferir ejecutores de un equipo de trabajo a otro para el siguiente día o turno. Ellos deben ser notificados de su nuevo equipo de trabajo. En tales casos, el Coordinador de cada grupo afectado, indica la gente a ser transferida de su equipo de trabajo y de su nueva asignación, para el siguiente día o turno.

Aceptación en Campo del Programa Final.

a. Distribución de Programas en campo

El Planeador - Programador se junta con el Coordinador diariamente para distribuir los Programas de Trabajo de Mantenimiento para el día siguiente. Ellos revisan toda la coordinación de trabajo que tiene que ser hecha, condiciones especiales y cualquier comentario adicional para mejorar la planeación, programación y ejecución. Dejar información escrita

para los Coordinadores de los Equipo de Trabajo de los siguientes turnos.

Planeación, programación y asignación de tareas

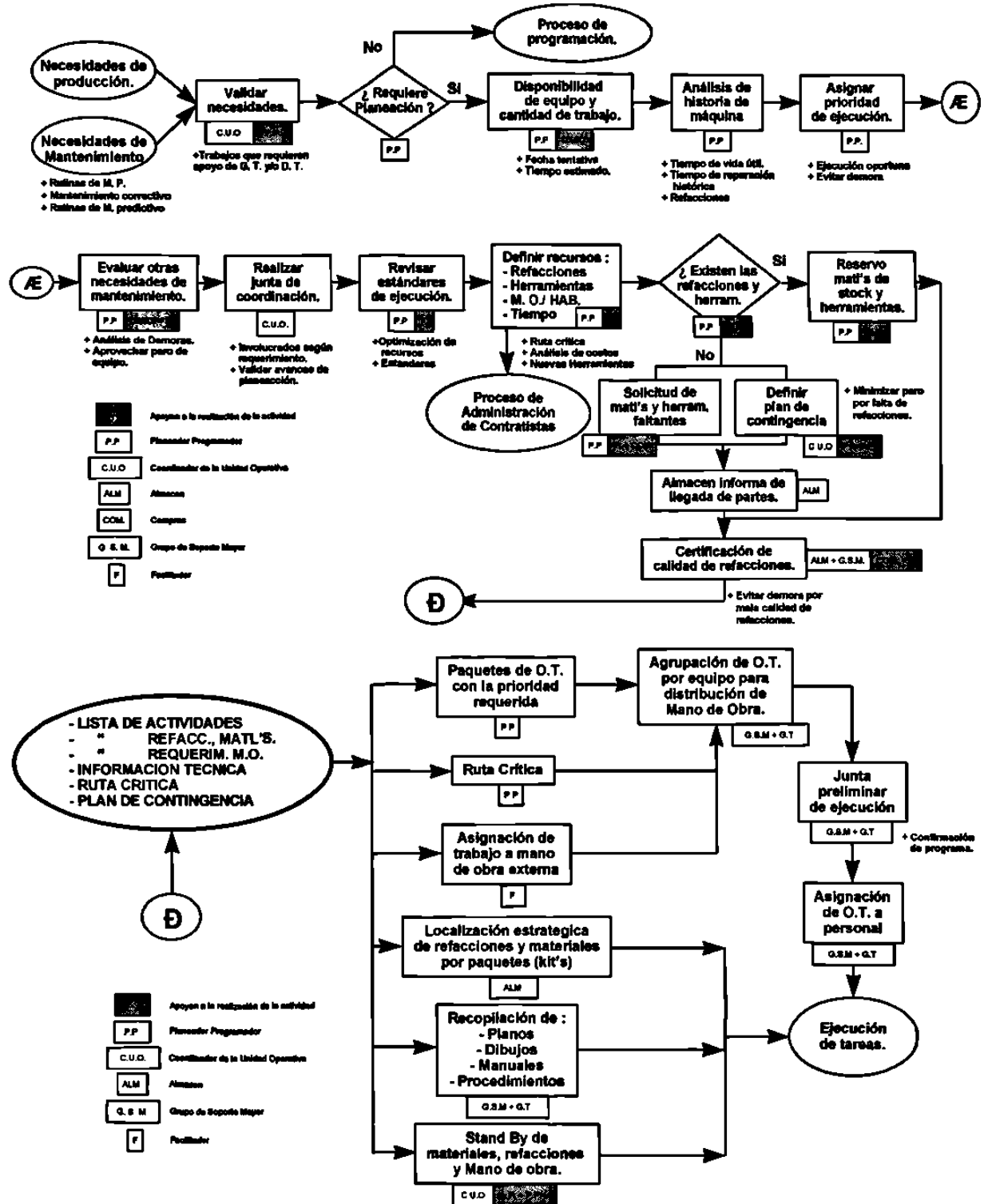


Figura 3-9 Flujo detallado de la ST y de la orden de trabajo en planeación y programación

Flujo de la S.T. y de la Orden de Trabajo

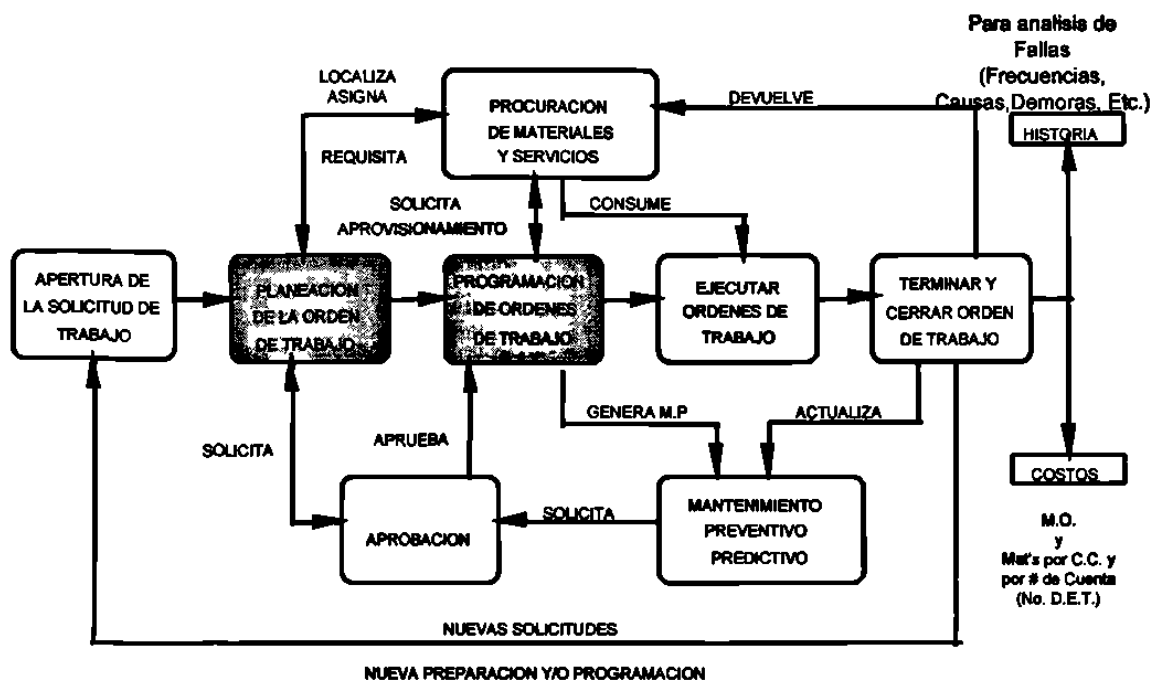


Figura 3-10 Flujo de la ST y de la orden de trabajo simplificado

3.8.- 4º paso, asegurar el mantenimiento preventivo

En la Planta Monterrey, una pre-condición fundamental para la aplicación efectiva de un programa de Mantenimiento Preventivo a cualquier equipo es que antes de todo, debe estar en buena condición, cuando el programa se inicia. El equipo en cuestión debe estar en tal condición, que su Mantenimiento pueda ser programado con razonable anticipación y sin averías.

Si este no es el caso, el equipo puede fallar de una manera impredecible tal que el programa de Mantenimiento Preventivo simplemente no será aplicable a él.

Antes de la implantación del Programa de Mantenimiento Preventivo para cualquier equipo, este deberá ser inspeccionado para conocer las reparaciones requeridas, reemplazo de partes y reacondicionamiento.

Basado en lo encontrado en tales inspecciones, el equipo deberá ser llevado a una condición de confiabilidad tal, que pueda ser mantenida en una base programada de Mantenimiento Preventivo.

Ejecutando esto sustancialmente se incrementará la probabilidad de éxito.

Criterio de Selección de Equipo:

Prioridad	Descripción
1	Equipo que para la planta entera si no opera.
2	Equipo que para un departamento entero si no opera (Equipo altemo no disponible).
3	Equipo que para un departamento entero si no opera (Equipo altemo disponible).
4	Equipo que reducirá seriamente la producción de un departamento si no funciona (equipo altemo no disponible).
5	Equipo que reducirá seriamente la producción de un departamento si no funciona (Equipo altemo disponible).
6	Equipo importante para la operación de un departamento pero el cual no causará una pérdida importante en producción si ocurre la falla.

3.8.1.- Dónde aplicar Mantenimiento Preventivo

Al emprender cualquier esfuerzo de Mantenimiento Preventivo en la planta, la pregunta más difícil de contestar puede ser dónde comenzar. A continuación, hay varios lineamientos básicos para encontrar las oportunidades de alta prioridad, para lograr una sustancial recuperación de la inversión en Mantenimiento Preventivo, y ayudar a promover la aceptación de la filosofía de Mantenimiento Preventivo en toda la planta.

a) No intentar iniciar todos los programas de Mantenimiento Preventivo concebibles, seleccionar aquellos que muestran el más grande potencial para lograr la recuperación de la inversión.

b) Seleccionar primero, solamente equipos críticos para la aplicación de programas de Mantenimiento Preventivo, facilidades y equipo que son

clasificados como críticos y si fallan debido a mantenimiento inapropiado, provocarán:

- i. Pérdidas de producción sustanciales debido a excesivo tiempo fuera de servicio.**
- ii. Costos de reparación excesivos.**
- iii. Seria deterioración de equipo.**
- iv. Condiciones perjudiciales para la salud y seguridad del personal ó seria contaminación.**
- v. Inaceptables variaciones en la calidad del producto.**
- vi. Seleccionar equipos similares, extendiendo al resto de los equipos lo ya implementado, facilitando la labor logrando ahorros en esta tarea.**
- vii. Evitar seleccionar equipos los cuales requieren de una rehabilitación. En tal instancia, donde la avería es inminente, el efecto del Mantenimiento Preventivo no puede ser medido.**
- viii. Evitar, al principio, selección de equipos los cuales tienen stand-by y en caso de falla, puede ser separado de la línea de producción sin afectar la producción de salida. En estos casos, los ahorros de Mantenimiento Preventivo son limitados a la diferencia entre el costo de Mantenimiento Preventivo y costo de reparación, el cual puede ser pequeña.**
- ix. Evitar situaciones donde las pérdidas de producción causadas por el trabajo de Mantenimiento Preventivo puede exceder lo causado por las reparaciones de averías siendo evitadas.**

Un ejemplo de lo anterior es el programa mensual de paros por Mantenimiento Preventivo mostrado en la Fig 3-11 en el cuál los responsables de la Operación y Mantenimiento de la Planta Monterrey se reúnen mes a mes y

definen con la debida anticipación el programa mensual de paros por mantenimiento y lo firman de conformidad. Los responsables de la Operación planean la producción de sus equipos y aseguran inventarios suficientes a fin de facilitar los equipos para su mantenimiento en las fechas acordadas segun el programa, igualmente los responsables del mantenimiento planean todas las actividades de mantenimiento preventivo y programado a realizar, para estar listos con todas las refacciones, materiales y personal suficiente en las fechas previstas, a fin de cumplir totalmete con las necesidades de mantenimiento del equipo en las fechas programadas.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO													
CEMENTOS MEXICANOS, S.A. DE C.V. SEPTIEMBRE 97													
UNIDAD DE NEGOCIO MONTERREY TRANSFORMACION BLANCO Y GRIS													
DOMINGO	HRS	LUNES	HRS	MARTES	HRS	MIERCOLES	HRS	JUEVES	HRS	VIERNES	HRS	SABADO	HRS
		1 MMP-05 AUX. H-10		2 MMP-05 AUX. H-10		3 SFLASH		4 AUX. H-5 TRACAL		5 AUX. H-5 HOR-08		6 COMB COQUE	
7		8 CHUM. H-3 MCE-08		9 CHUM. H-3 MCE-08		10 SFLASH SNCB-1		11 MCE-06		12 MCE-06 HOR-08		13 T-FIERRO COQUE	
14		15 AIRE		16 FESTIVO		17 AIRE SFLASH		18 AUX. H-5 MMP-07		19 AUX. H-5 MMP-07		20 AGUA-I	
21		22 SISREC MCE-07		23 T-WILL SISREC MCE-07		24 T-WILL SFLASH		25 GRUA-2 MMP-08 T-JEFF		26 GRUA-2 MMP-08		27 T-YESO	
28		29 MCE-03 MMP-08		30 MCE-03 MMP-08									

OBSERVACIONES: EL PRESENTE PROGRAMA SERVIRA PARA MEJORAR LA PLANEACION DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, POR LO TANTO, LAS PERSONAS INVOLUCRADAS DEBERAN TOMAR LAS ACCIONES PERTINENTES A FIN DE QUE ESTE PROGRAMA SE CUMPLA EN SU TOTALIDAD.

NOTA: SOLO EL COORDINADOR PUEDE HACER CAMBIOS AL PROGRAMA

ATENTAMENTE
SOPORTE MAYOR BLANCO Y GRIS

POC-08-12-

Figura 3-11 Ejemplo de un programa mensual típico de mantenimiento programado

El diagrama de flujo mostrado en la Figura 3-12 y conocido por el personal de mantenimiento y producción, facilita el proceso de ejecución del mantenimiento planeado y de emergencia a fin de evitar accidentes, errores y malos entendidos, así como también garantizar los arranques limpios y seguros además de ser una buena fuente de información para iniciar el plantamiento de mejoras para futuras reparaciones.

Ejecución y reporte de tareas

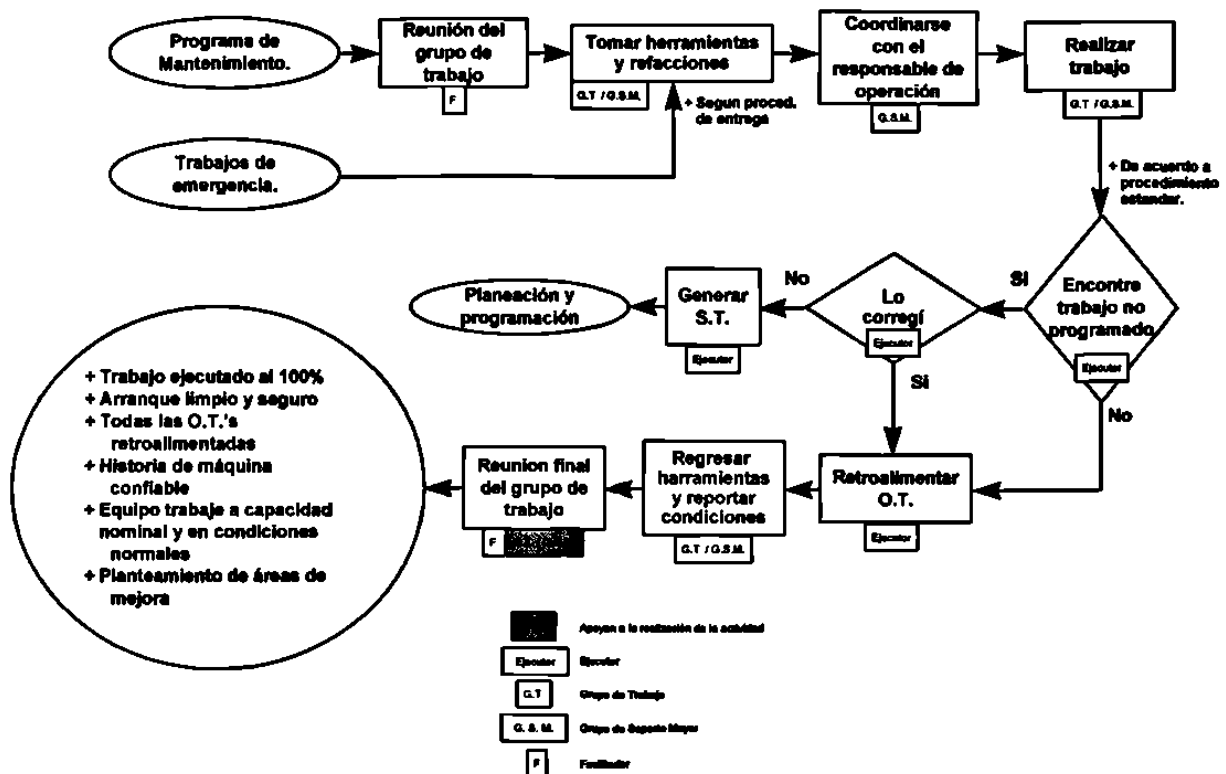


Figura 3-12 Diagrama de flujo en detalle de la ejecución del mantenimiento programado y de emergencia

Mantenimiento predictivo

DEFINICIÓN

El Mantenimiento Predictivo está definido como un Mantenimiento Preventivo apoyado en una toma de lecturas periódicas, con aparatos, en uno o varios puntos predefinidos en cada máquina, que nos permite mediante un análisis comparativo, entre las lecturas tomadas en los mismos puntos y en la misma posición, de modo que podamos registrar un patrón de comportamiento con las lecturas tomadas posteriormente durante la operación.

Esto nos permite a través del tiempo poder establecer puntos de referencia.

3.8.12.- Análisis de tendencia.

Este análisis se basa en graficar a través del tiempo el valor de las lecturas. Apoyados en estas lecturas podemos proyectar la tendencia de las

lecturas que se tendrán en los próximos periodos de tiempo y estimar el tiempo que transcurrirá hasta llegar a un valor preestablecido de alarma, sin llegar a la falla del equipo.

3.8.13.- Análisis de condición.

Este análisis se basa en tomar las lecturas y compararlas con las lecturas tomadas anteriormente hasta antes de que ocurriera una falla de modo que podamos estimar el estado de una máquina y poder decidir si soporta trabajando un periodo de tiempo más, si se repara en el próximo paro, o se repara inmediatamente antes de que ocurra una falla.

3.8.14.- Implementación

Para establecer un Sistema de Mantenimiento Predictivo se deben considerar los siguientes puntos:

1. Inspección de Planta y Análisis de factibilidad del programa de Mantenimiento Predictivo.
2. Selección de máquinas involucradas.
3. Selección de la mejor técnica de verificación.
4. Establecer el tipo de Mantenimiento Predictivo.
5. Establecer condiciones límite aceptables.
6. Mediciones periódicas.
7. Análisis de lecturas.
8. Detección de desviaciones y toma de acciones.

3.8.15.-Inspección de la planta y análisis de factibilidad del programa de mantenimiento predictivo.

El primer paso para establecer el Sistema de Mantenimiento Predictivo es hacer un recorrido por toda la Planta donde se pretende instalar el sistema de preferencia en el sentido del flujo del proceso, identificando y tomando nota de aquellos equipos susceptibles de ser incluidos en el programa.

En este recorrido se debe tomar nota de la accesibilidad a los equipos, verificar si el paro de esa máquina afecta el ciclo productivo, si se tiene equipo alternativo, verificar si es fácil hacer su reemplazo, etc.

En este primer paso tenemos que hacer un análisis económico comparando la inversión que se pretende hacer en equipo, software y costo de entrenamiento al personal involucrado contra el valor de la producción perdida más los costos de las reparaciones de las fallas de los equipos y que hubieran podido evitarse si se hubieran detectado las condiciones anormales bajo las cuales estaba operando el equipo antes de ocurrir la falla.

3.8.16.- Selección de máquinas involucradas.

Una vez hecho el recorrido se seleccionan las máquinas que deben involucrarse en el programa de MANTENIMIENTO PREDICTIVO bajo los siguientes criterios:

- Afecta o no la línea de producción.
- Que la máquina tenga un alto valor de reposición.
- Que las reparaciones tengan un alto costo.
- Que no se pueda substituir fácilmente.

Bajo los criterios mencionados podemos seleccionar las máquinas que deben ser incluidas en el programa.

Existen otros criterios ajenos a producción pero que son igualmente importantes como son la seguridad del personal y de los equipos y todas aquellas máquinas que por ocurrir una falla en ellas pueden afectar la ecología.

3.8.16.- Definir técnicas de verificación.

Una vez seleccionada una máquina habrá necesidad de seleccionar las mejores técnicas que podamos utilizar tomando en cuenta lo siguiente:

- 1.- Definir el parámetro o los parámetros que se utilizan para monitorear la máquina como son:
 - Temperatura
 - Presión

Velocidad

Análisis de Vibración

Amperaje ,etc.

- 2.- Una vez seleccionado el parámetro a utilizar se deben definir los puntos en la máquina donde se deben tomar las lecturas y la posición como se debe colocar el aparato. Elaborar procedimiento estándar.
- 3.- Se debe establecer la frecuencia o el periodo en que se deben tomar las lecturas con el aparato de los parámetros establecidos.
- 4.- Se deben definir las rutas del inspector para que en su recorrido siga una secuencia lógica.

3.8.17.-Establecer el mantenimiento preventivo -predictivo.

Todas las tareas de Mantenimiento Predictivo (toma de lecturas) se deben incluir dentro del programa de Mantenimiento Preventivo ya que se tiene la tarea (el que hacer) bien definida, su frecuencia (cada cuando) y su herramienta (con que aparato) de modo que al generar las órdenes de trabajo de MP se incluyan las de Mantenimiento Preventivo-Predictivo

- 1.- Una vez generadas las órdenes de trabajo de Mantenimiento Predictivo se deben programar para su ejecución.
- 2.- Una vez ejecutadas las órdenes de trabajo se deben retroalimentar a los registros de modo que en el inicio nos de un marco de referencia relacionando los parámetros con la condición de la máquina.

3.8.18.- Establecer condiciones límite aceptables.

Una vez desarrollados los puntos anteriores se deben establecer los valores de los parámetros que marcan los límites bajo los cuales el equipo trabaja normalmente y que excediendo estos límites tenemos el riesgo de que se produzca una falla en el equipo.

Por lo tanto debemos establecer puntos de alarma que nos avisen con anticipación que nos estamos acercando a una condición límite y nos permita tomar acciones para restablecer las condiciones del equipo sin que ocurra la falla.

3.8.19.- Mediciones periódicas.

Una vez establecido el Programa de Mantenimiento Preventivo se inicia el programa con la primera orden de trabajo emitida ejecutada, retroalimentada y posteriormente se deberán generar automáticamente las subsiguientes.

3.8.20.- Análisis de lecturas, detección de desviaciones y toma de decisiones.

Una vez tomada la lectura de los parámetros estos se registran y se comparan con los valores básicos preestablecidos con anterioridad.

- 1.- Si el valor es **ACEPTABLE**, se hace un análisis de tendencia para estimar el tiempo que debe transcurrir sin que se tenga que tomar una acción correctiva y se vuelve a iniciar el procedimiento para volver a tomar una nueva medición según lo establecido.
- 2.- Si la lectura está **FUERA DE LIMITE** se establece una nueva decisión sobre la condición en que se encuentra el equipo.
 - 2.1.- Si el equipo se encuentra **SIN FALLA**, se debe de realizar un servicio de **MANTENIMIENTO PREVENTIVO** y una vez ejecutado el **MP** se debe de retroalimentar la información bajo las condiciones en que quedó el equipo y revisar las condiciones aceptables como patrón de comparación.
 - 2.2.- Sí el equipo se encuentra **CON FALLA** se debe emitir una solicitud de **MANTENIMIENTO CORRECTIVO** y programar la ejecución de acuerdo a la inspección de la condición en que se encuentra el equipo.

Una vez eliminada la falla y habiéndose realizado la sustitución de partes es necesario monitorear los valores básicos de comportamiento y comparación.

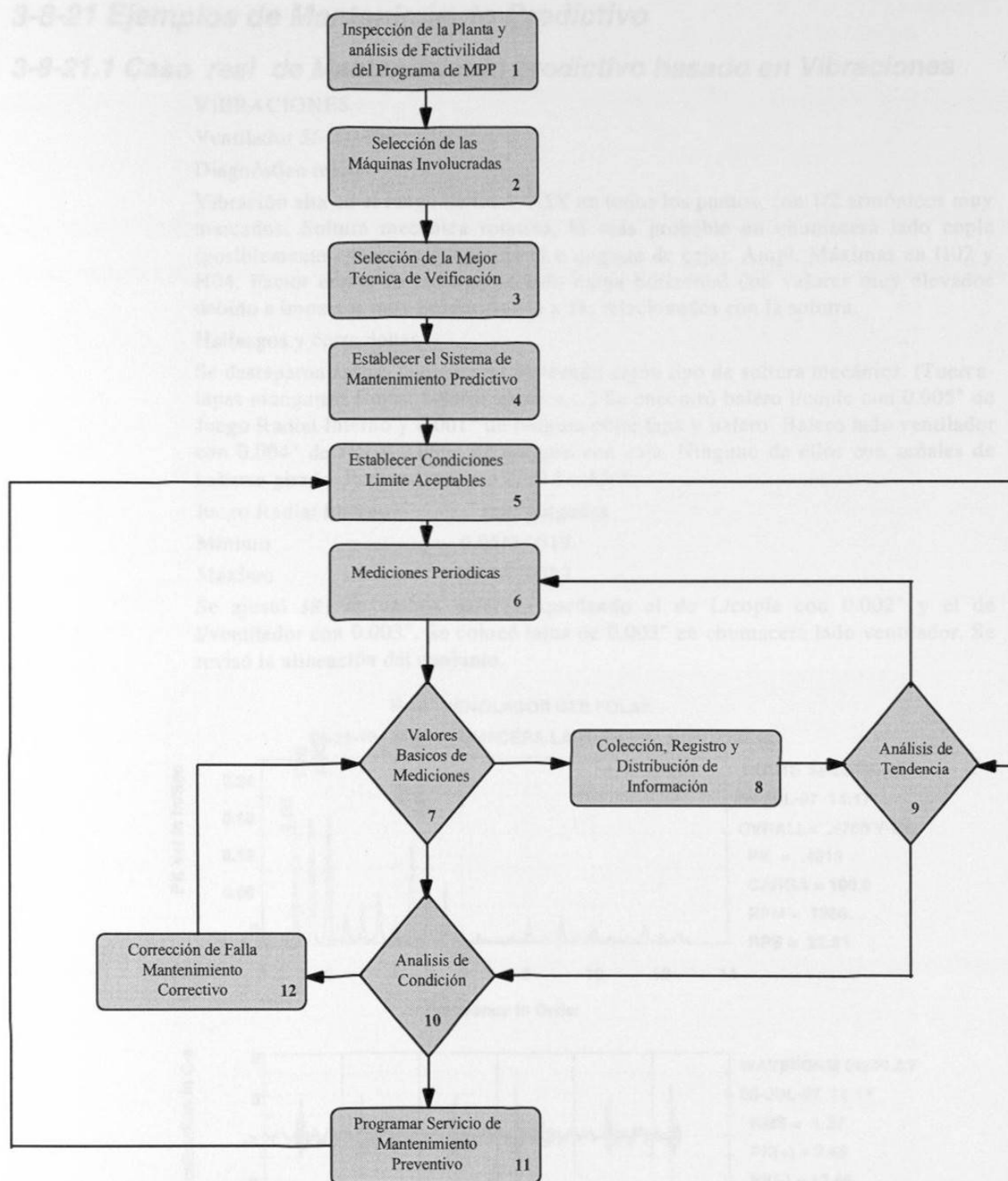


Figura 3-13 Programa de Mantenimiento Predictivo

Figura 3-14 Análisis y solución de falla en ventilador de enfriador Fox de horno N° 10 mediante monitoreo de vibraciones

3-8-21 Ejemplos de Mantenimiento Predictivo

3-8-21.1 Caso real de Mantenimiento predictivo basado en Vibraciones

VIBRACIONES

Ventilador 56-21-10

Diagnóstico inicial.

Vibración alta en el rango de los 1-7.5X en todos los puntos, con 1/2 armónicos muy marcados. Soltura mecánica rotativa, lo más probable en chumacera lado cople (posiblemente exceso de juego radial o desgaste de caja). Ampl. Máximas en H02 y H04. Factor cresta de chumacera lado carga horizontal con valores muy elevados debido a impactos muy pronunciados a 1x, relacionados con la soltura.

Hallazgos y correcciones

Se destaparon ambas chumaceras buscando algún tipo de soltura mecánica. (Tuerca-tapas-manguitos flojos, baleros girados...) Se encontró balero l/cople con 0.005" de Juego Radial Interno y 0.001" de holgura entre tapa y balero. Balero lado ventilador con 0.004" de JRI y 0.006" de holgura con caja. Ninguno de ellos con señales de haberse girado. Para rodamiento 22218 cck/c3:

Juego Radial Interno mm/pulgadas

Mínimo 0.05/0.0019

Máximo .095/0.0037

Se ajustó JRI de ambos baleros, quedando el de L/cople con 0.002" y el de l/ventilador con 0.003". Se colocó lana de 0.005" en chumacera lado ventilador. Se revisó la alineación del conjunto.

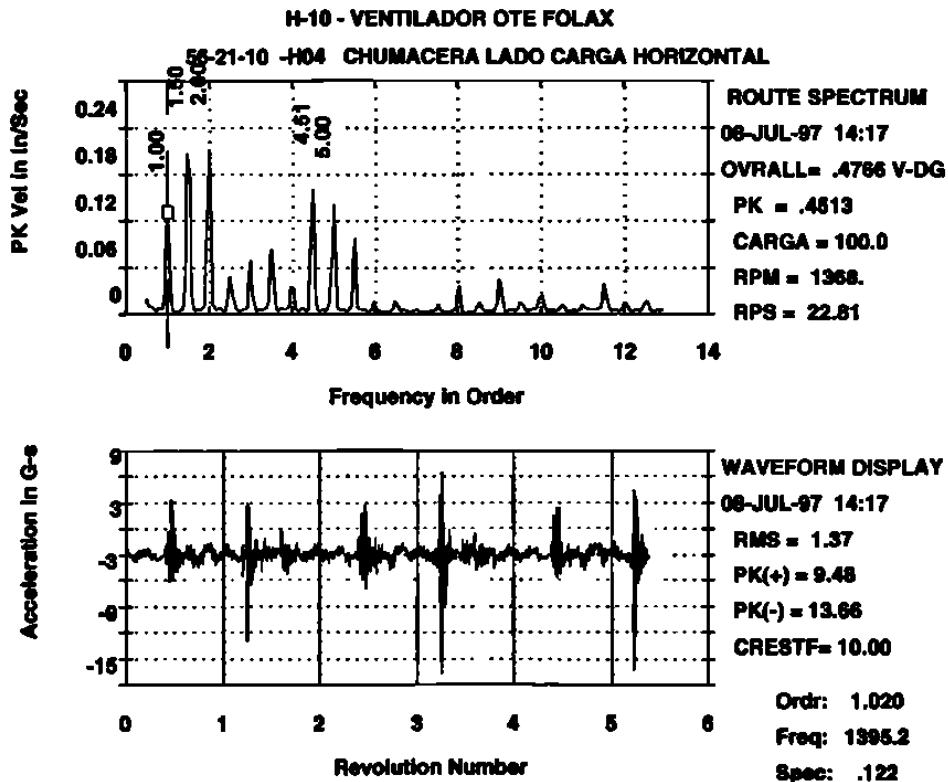


Figura 3-14 Análisis y solución de falla en ventilador de enfriador Folax de horno N° 10 mediante monitoreo de vibraciones

3-8-21.2 Casos reales de Mantenimiento Predictivo basado en termografía

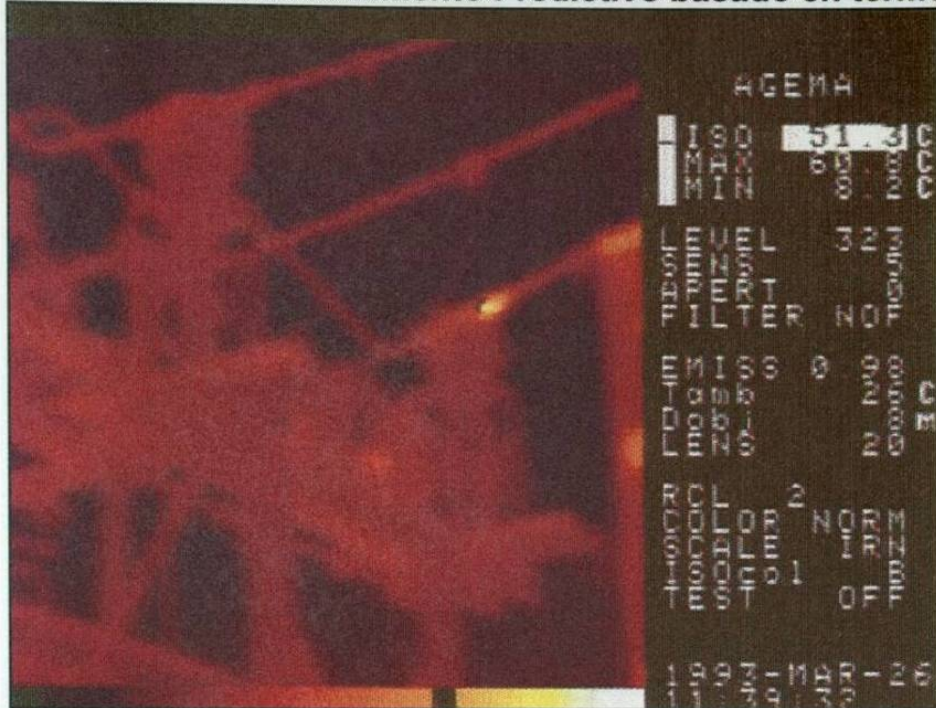


Figura 3-15 Detección de puntos calientes mediante cámara infrarroja debido a falso contacto en líneas de alta tensión en Subestación de 115 KV

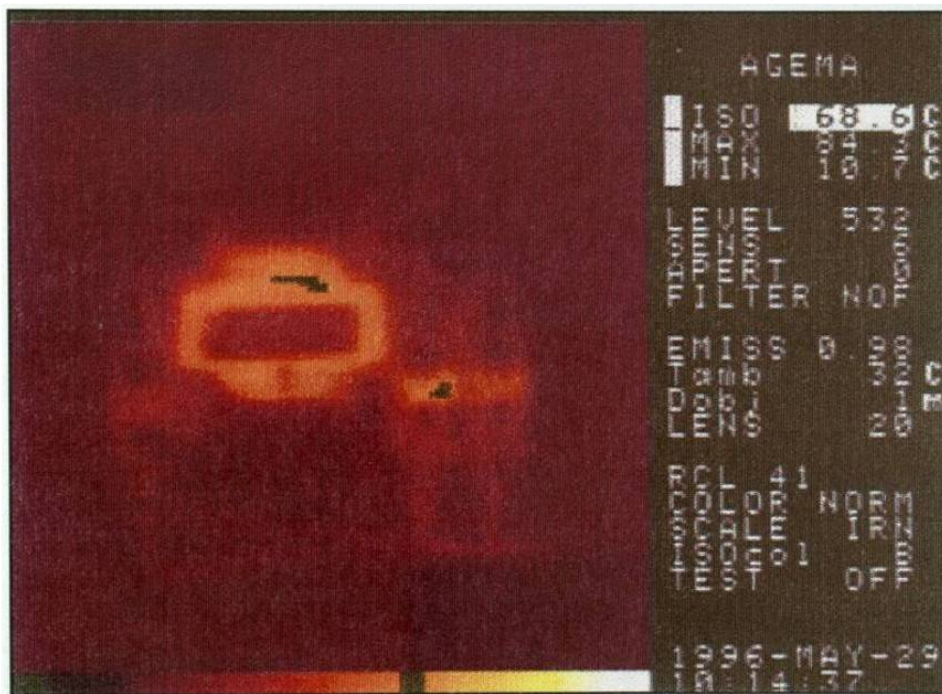
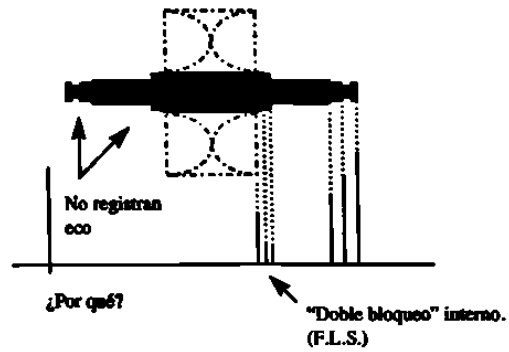


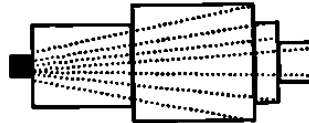
Figura 3-16 Detección de elementos térmicos desiguales por medio de cámara infrarroja

3-8-21.3 Casos reales de Mantenimiento Predictivo basado en ultrasonido

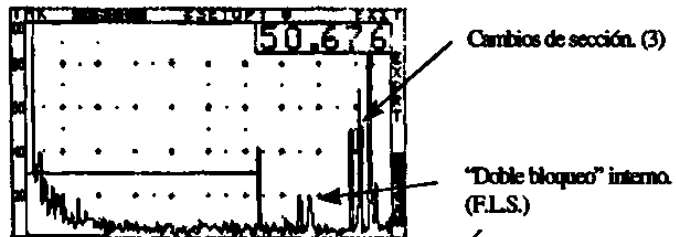
Interpretación de ecos. Rodillo derecho base 3 Horno #10



El Haz ultrasónico es divergente, de modo que sólo registrará un eco cuando una onda del haz choque contra el material de prueba y regrese al transductor.



a) Rodillo normal.



b) Rodillo fisurado.



Figura 3-17 Detección de fisuras internas en flecha de rodillo derecho de base 3 de horno N°10 por medio de equipo de ultrasonido

Procedimiento de trabajo estandar

DEFINICIÓN

En Planta Monterrey, el Procedimiento de Trabajo Estándar, es la planeación de la Orden de Trabajo que la Administración de Mantenimiento establece, para los trabajos repetitivos, complejos y costosos o para los trabajos donde se intervienen a equipos y componentes importantes ó críticos en las líneas de producción. Son trabajos que Mantenimiento realiza con frecuencia, que sin embargo, no es necesariamente predeterminada.

Mediante un monitoreo especial, o bien, por la experiencia del personal técnico (planeador-programador, coordinador) en la ejecución del trabajo, el Procedimiento de Trabajo Estándar se establece para los equipos y componentes, definiendo la información necesaria y suficiente para su planeación:

- Lista de herramientas y equipos especiales.
- Lista de refacciones y materiales.
- Estimación de mano de obra (personal y tiempos).
- Duración del trabajo.
- Procedimiento del trabajo (pasos e instrucciones).
- Procedimientos y aspectos de seguridad.
- Dibujos y planos auxiliares.

3.8.21.- Objetivo

El Procedimiento de Trabajo Estándar facilita la función de Planeación-Programación, agilizando y precisando la preparación de los trabajos solicitados a Mantenimiento.

Disminuye la demanda de la coordinación e incrementa la calidad y seguridad en la ejecución del trabajo, por contener la descripción del método del trabajo paso por paso, los datos importantes para los ajustes del equipo en la reparación, así como los riesgos del trabajo e instrucciones de seguridad para las actividades que lo tengan. Por esto mismo el Procedimiento de Trabajo

Estándar puede ser un instrumento para la capacitación del personal ejecutor que no este familiarizado con el trabajo.

3.8.22.- Uso del procedimiento de trabajo estandar

Una de las primeras actividades de la función de Planeación-Programación, en el proceso de la planeación de las órdenes de trabajo, consiste en consultar los Procedimientos de Trabajo Estándar definidos para el equipo o componentes y determinar si alguno de estos se aplica total o parcialmente a las necesidades de la orden de trabajo actual. Para esto se requiere que los Procedimientos de Trabajo Estándar estén asignados a los equipos o componentes a los que se les apliquen.

Como parte de las actividades adicionales de la función de Planeación-Programación, ésta propone y apoya el desarrollo de nuevos Procedimientos de Trabajo Estándar o la actualización de los existentes, por las necesidades que detecta en sus actividades diarias.

3.8.23.- Elaboración del procedimiento de trabajo estandar

El Gerente de Área o la persona que designe un equipo de trabajo es el principal responsable de la elaboración de los procedimientos de trabajo estándar o la persona en la que éste delegue, y en caso de ser necesario, solicita la ayuda de la función de Planeación-Programación, el Coordinador, ó cualquier miembro del equipo de trabajo.

Al identificar un trabajo de Mantenimiento Correctivo o de Mantenimiento Preventivo, con las características del Trabajo Estándar, ya mencionadas anteriormente, el desarrollo del Procedimiento de Trabajo Estándar, se inicia con la elaboración y llenado de los formatos que se anexan y describen más adelante. Si es oportuno puede realizarse un monitoreo especial durante la ejecución del trabajo o de los trabajos similares al Trabajo Estándar que se desarrolla, de manera que se puedan comprobar durante su ejecución todas las instrucciones, refacciones, materiales, herramientas, etc. definidos para este.

De manera similar a la edición de los libros maestros de rutinas de Mantenimiento Preventivo-Predictivo, para todos los Departamentos de cada

una de las Especialidades (Mecánico, Eléctrico, Ecología, Instrumentación y Lubricación), se forma un libro maestro de Procedimientos de Trabajo Estándar de la especialidad.

Dentro de cada libro maestro de la especialidad se pueden identificar procedimientos para equipos específicos de cada uno de los sistemas del proceso, o bien procedimientos para equipos comunes de la especialidad. De esta manera se pueden consultar fácilmente los procedimientos de equipos y componentes que son de un área exclusivamente, por ejemplo calcinación, molienda de cemento, trituración, etc.

Para dar de alta en el libro maestro los Procedimientos de Trabajo Estándar nuevos, es necesario que los Departamentos de Seguridad y Producción revisen y aprueben los procedimientos e instrucciones de seguridad, incluidos en estos.

El Responsable de Seguridad debe realizar un monitoreo o simulación de la ejecución del trabajo, o bien una entrevista al personal que elaboró el procedimiento o al personal que ejecuta el trabajo, para detectar, otras instrucciones o procedimientos de seguridad necesarios, en las actividades que se desarrollan, la ubicación de algunos equipos, o cualquier otro riesgo particular del trabajo.

Con esto el Departamento de Seguridad, eventualmente, puede establecer otros procedimientos o permisos de seguridad, que al ser identificados con un número de procedimiento de seguridad, en ese momento será necesario actualizar el Procedimiento de Trabajo Estándar con los números de los nuevos procedimientos de seguridad.

Una vez que los Procedimientos están totalmente revisados y aprobados, el Asesor de Administración de Mantenimiento, o la función similar actualiza los libros maestros con las modificaciones a los procedimientos existentes, y para la inclusión de los nuevos, los identifica con un número de Procedimiento de Trabajo Estándar como se describen en el siguiente punto.

En la página siguiente se muestra el Flujo a seguir para la Elaboración del Procedimiento de Trabajo Estándar.

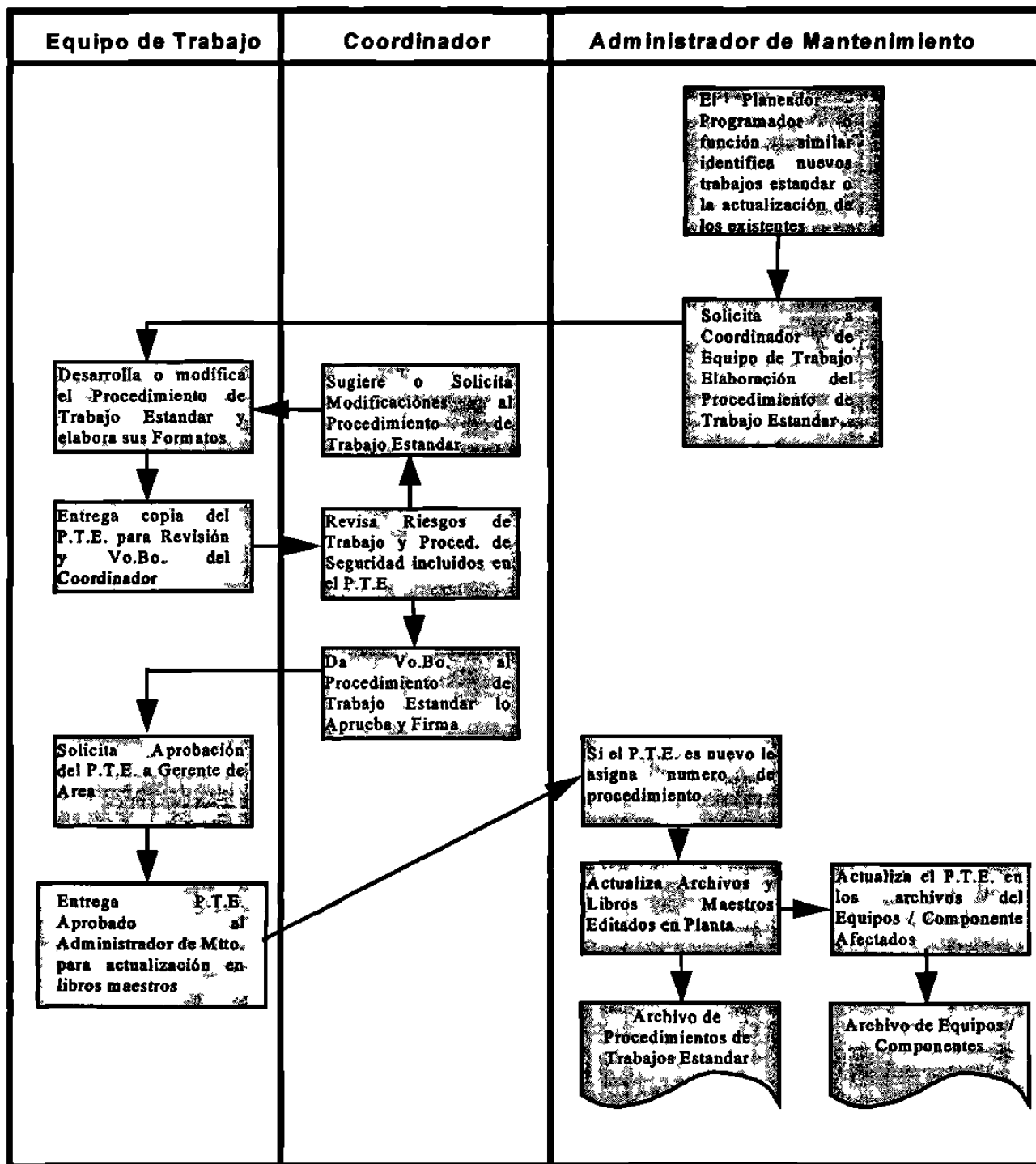


Tabla 3-2 Elaboración y Actualización del Procedimiento de Trabajo Estándar

Ejemplo:



CEMEX

PAG: 1 DE: 3

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ESTANDAR

DESCRIPCION : CAMBIO DE MARTILLOS Y CRIBA INFERIOR A TRITURADOR WILLIAMS 445W. No. _____

EQUIPO No. : 21-02-05 DESCRIPCION : TRITURADOR DE CALIZA.
 COMPONENTE No. : _____ DESCRIPCION : _____
 RUTINA DE M.P. : _____

DIBUJOS O INSTRUCTIVOS DE REFERENCIA :

NUMERO	DESCRIPCION	LOCALIZACION
2-068	MARTILLO Y FLECHA PARA TRITURADOR WILLIAMS 445W.	MITO.CENTRAL(ARCHIVEROS)
2-072	BARRAS QUE FORMAN LA REGLILLA PARA CRIBA INFERIOR.	MITO.CENTRAL(ARCHIVEROS)

ESTIMACION :

CATEGORIA	NUMERO	HRS. HOMBRE	HRS. DE PARO	DURACION MANTTO.
MECANICO	3	36	15HRS.	12HRS.
AYUDANTE	3	36		

PREPARO : J. ROLANDO RAMIREZ L. PLANTA : MTY.
 REVISO : ING. GERARDO CABRERA/SR.FRANCISCO DIAZ REVISION No. : 0
 APROBO : ING. CARLOS BELMARES FECHA ULT REV : 19/07/93

DESCRIPCION DEL TRABAJO	OBSERVACIONES
<p>ASPECTOS PREVIOS A LA REALIZACION DEL MANTENIMIENTO.</p> <p>* EVITE ACCIDENTES</p> <p>ANTES DE INICIAR SU TRABAJO VERIFIQUE EN EL AREA DE TRABAJO QUE NO EXISTAN CONDICIONES INSEGURAS, QUE SU EQUIPO PERSONAL DE SEGURIDAD ESTE EN BUENAS CONDICIONES, ASI COMO SU HERRAMIENTA A UTILIZAR. VERIFIQUE QUE LA ENERGIA ELECTRICA DEL EQUIPO SE ENCUENTRE DADA DE BAJA Y ASEGURESE COLOCANDO SU MENSAJE EN GAVETA DE C.C.M.</p> <p>¡ TOMA DOS POR TU SEGURIDAD !</p> <p>* LISTA DE HERRAMIENTAS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. LLAVE MIXTA DE 1 5/16". 2. PERICA DE 15". 3. RATCHET CON ENTRADA DE 3/4". 4. DADO DE 1 5/16". 5. EXTENSION DE 3" CON ENTRADA DE 3/4". 6. GARRUCHA DIFERENCIAL 5TON. (CORRIDA 8-10mts.) 7. GARRUCHA DE 1 1/2 TON. 8. EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO. 9. MARTILLO STANLEY DE 15"(1.5LBS). 10. CINCEL DE 3/4". 11. MAZO STANLEY DE 12 LBS. 12. PUNZON DE 3/4". 13. BARRA DE UÑA MECANICA. <p>* LISTA DE MATERIALES.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CABLE DE ACERO DE 1/2"(10mts.). 2. 2 PERROS MECANICOS DE 1/2". 3. 14 REGLILLAS DE ? 4. 3 FLECHAS C/SU TUERCA. (VER DIBUJO # 2-068). 5. 18 MARTILLOS(MANGANESO). (VER DIBUJO # 2-068). 6. 6 TORNILLOS DE 1/2"X3 1/2" C/SUS TUERCAS(CANDADOS). 	


CEMEX

PAG: 2 DE: 3

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ESTANDAR

 DESCRIPCION : CAMBIO DE MARTILLOS Y CRIBA INFERIOR A TRITURADOR WILLIAMS 445W.

No. _____

DESCRIPCION DEL TRABAJO	OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;"><u>ASPECTOS PREVIOS A EL MANTENIMIENTO.</u></p> <p>TENER EN EL AREA DE TRABAJO LAS REGLILLAS, LAS FLECHAS C/SUS TUERCAS, LOS MARTILLOS NUEVOS DEBIDAMENTE BALANCEADOS, EL CABLE GUIA DE 1/2" CON SUS PERROS PARA LAS REGLILLAS, Y TODA LA HERRAMIENTA NECESARIA QUE SE DESCRIBE AL PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO.</p> <p>1. AFLOJAR Y QUITAR LOS 20 TORNILLOS DE 7/8"(GRADO 8) DE LA CAPERUZA DEL TRITURADOR, UTILIZANDO UNA LLAVE MIXTA DE 1 5/16", RATCHET CON ENTRADA DE 3/4", DADO DE 1 5/16", EXTENSION DE 3"(ENTRADA DE 3/4") Y UNA PERICA DE 15".</p> <p>2. RETIRAR LA CAPERUZA DEL TRITURADOR HACIA UN LADO PARA DESPEJAR EL AREA DE TRABAJO, APOYANDOLA SOBRE 2 DURMIENTES DEL FFCC Y EN LA ORILLA DEL TRITURADOR, (COLOCANDOLE 2 TORNILLOS DE 7/8" PARA APUNTALAR, UTILIZANDO UNA LLAVE MIXTA DE 1 5/16"), CON AYUDA DE UNA GARRUCHA DIFERENCIAL DE 5 TON. (CORRIDA DE 2-10 mts.) Y OTRA GARRUCHA DE 1 1/2" TON.</p> <p>3. AFLOJAR Y QUITAR LAS TUERCAS DE 3", QUE SE ENCUENTRAN EN LOS EXTREMOS DE LAS FLECHAS, UTILIZANDO UNA LLAVE DE GOLPE DE 3".</p> <p>4. CON AYUDA DE UN MAZO DE STANLEY DE 12LBS. Y UN TRAMO DE FLECHA COMENZAR A GOLPEAR DEL LADO DEL MOTOR, LA 1era. FLECHA PARA IR SACANDOLA . NOTA: AL MOMENTO DE IR SALIENDO LA FLECHA, IR DESMONTANDO CADA UNO DE LOS 6 MARTILLOS CON AYUDA DE UNA PLACA DE APOYO PARA QUE EL MARTILLO RESBALE Y PODER DESMONTARLO MAS FACILMENTE.</p> <p>5. GIRAR EL ROTOR, ESTO ES LLEVADO A CABO COLOCANDO UN NUDO CIEGO (HECHO DE UN TRAMO DE CADENA), EN UNO DE LOS ORIFICIOS DEL ROTOR Y DE AHI SUJETAR LA GARRUCHA DE 1 1/2"TON. , PARA QUE LA 2da. FLECHA QUEDE EN POSICION Y PODER DESMONTAR LOS SIGUIENTES MARTILLOS.</p> <p>6. REPETIR EL PASO 3,4 Y 5 PARA LA 2da. Y 3er. FLECHA.</p> <p>7. UTILIZANDO UNA BARRA DE UÑA MECANICA, COMENZAR A DESMONTAR LAS REGLILLAS MANUALMENTE E IR RETIRANDOLAS DEL AREA DE TRABAJO.</p>	<p>* EN CASO DE NO PODER QUITAR LAS TUERCAS, UTILIZAR EL EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO, CON AYUDA DE UN MARTILLO DE 15"(1.5LBS) Y UN CINCEL DE 3/4".</p> <p>* LA FLECHA SE DESMONTA PARA EL LADO DEL VOLANTE.</p> <p>* YA GIRADO EL ROTOR, COLOCARLE UNAS VARILLAS DE 1" PARA QUE EL ROTOR DESCANSE Y NO SE DEVUELVA.</p> <p>* CONFORME SE VAYAN DESMONTANDO LAS REGLILLAS, IR CORTANDO EL CABLE GUIA DE ACERO DE 1/2" PARA TENER MAYOR FACILIDAD AL DESMONTARLAS, UTILIZANDO EL EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO.</p>


CEMEX

PAG: 3 DE: 3

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ESTANDAR

 DESCRIPCION : CAMBIO DE MARTILLOS Y CRIBA INFERIOR A TRITURADOR WILLIAMS 445W. No. _____

DESCRIPCION DEL TRABAJO	OBSERVACIONES
<p>8. COLOCAR Y APRETAR UN PERRO MECANICO DE 1/2" AL CABLE GUIA DE ACERO DE 1/2" NUEVO EN CADA UNO DE SUS EXTREMOS.</p>	
<p>9. COLOCAR Y MONTAR LAS REGLILLAS NUEVAS DE UNA POR UNA, E IR GUIANDOLAS CON EL CABLE DE ACERO GUIA NUEVO DE 1/2" SUJETADO DE LOS EXTREMOS DE CADA UNA DE LAS REGLILLAS.</p> <p>* NOTA : YA ESTANDO 5 REGLILLAS MONTADAS, ABRIR EL REGISTRO LATERAL DEL TRITURADOR (LADO DEL VOLANTE A SU MISMA ALTURA), PARA SUJETAR DE AHI UNA GARRUCHA DE 1 1/2"TON. Y TIRONEAR LAS 5 REGLILLAS YA MONTADAS.</p>	<p>* AL MOMENTO DE ESTAR MONTANDO LAS REGLILLAS CERCORARSE DE MONTAR LAS REGLILLAS QUE TENGAN LOS TACONES MAS DELGADOS PRIMERO, LUEGO LAS DE TACON MEDIANDO Y POR ULTIMO LAS DE TACON MAS GRUESO.</p>
<p>10. COLOCAR Y MONTAR LA FLECHA EN EL ORIFICIO DONDE ESTABA LA FLECHA ANTERIOR (EL MONTAJE DE LA FLECHA HACERLO POR EL LADO DEL VOLANTE), GOLPEANDO LA FLECHA DEL EXTREMO, UTILIZANDO UN TRAMO DE FLECHA Y UN MAZO STANLEY DE 12 LBS.</p> <p>CONFORME VA ENTRANDO LA FLECHA IR COLOCANDO LOS MARTILLOS NUEVOS DE ACUERDO A EL PESO INDICADO CON AYUDA DE UNA BARRA DE UÑA MECANICA Y APOYANDOLOS EN LA PLACA DE APOYO.</p>	
<p>11. COLOCAR Y APRETAR LAS TUERCAS DE 3" QUE SE ENCUENTRAN EN LOS EXTREMOS DE LA FLECHA, UTILIZANDO UNA LLAVE DE 3".</p>	<p>* APRETAR LAS TUERCAS HASTA QUE EL ORIFICIO DE LA TUERCA COINCIDA CON EL DE LA CHAVETA DE LA FLECHA.</p>
<p>12. COLOCAR Y APRETAR LOS TORNILLOS CANDADO CON SU TUERCA DE 1/2"X4", EN LOS ORIFICIOS DE LAS TUERCAS DE LOS EXTREMOS DE LA FLECHA, UTILIZANDO UNA LLAVE MIXTA DE 3/4".</p>	
<p>13. GIRAR EL ROTOR, ESTO ES LLEVADO A CABO COLOCANDO UN NUDO CIEGO (HECHO DE UN TRAMO DE CADENA), EN UNO DE LOS ORIFICIOS DEL ROTOR Y DE AHI SUJETAR LA GARRUCHA DE 1 1/2"TON. , PARA QUE LA 3er. FLECHA QUEDE EN POSICION Y PODER MONTAR LOS SIGUIENTES MARTILLOS.</p>	
<p>14. REPETIR LOS PASOS 10,11 Y 12 PARA LA 2da. Y 3er. FLECHA .</p>	
<p>15. MEDIR LAS DISTANCIAS (EL CLARO), QUE EXISTE ENTRE LOS MARTILLOS Y LAS REGLILLAS Y ENTRE LOS MARTILLOS Y LAS PLACAS DE IMPACTO (QUE DEBE DE SER COMO MINIMO 2" Y COMO MAXIMO DE 2 3/4").</p>	
<p>16. COLOCAR LA CAPERUZA DEL TRITURADOR EN SU POSICION Y COMENZAR A COLOCAR Y APRETAR LOS 20 TORNILLOS DE 7/8" (GRADO 8), UTILIZANDO UNA LLAVE MIXTA DE 1 5/16", RATCHET CON ENTRADA DE 3/4", DADO DE 1 5/16", EXTENSION DE 3" (CON ENTRADA DE 3/4") Y UNA PERICA DE 15".</p>	
<p>17. PROBAR EL EQUIPO EN VACIO PARA CERCORARSE QUE LOS MARTILLOS NO ROCEN.</p>	
<p>¡ ENTREGA CON LIMPIEZA TU TRABAJO !</p>	

Especificación de Refacciones y Materiales

Uno de los deberes de la función de Administrador del Mantenimiento es recomendar las partes de repuesto las cuales se tendrán en inventario Para soportar la actividad de Mantenimiento. El establecimiento de un artículo de línea en el catálogo de productos requiere cooperación entre varios grupos. El Administrador de Mantenimiento debe asegurar que las consideraciones de Mantenimiento sean logradas, siguiendo los procedimientos junto con los responsables de Almacén.

En la Planta Monterrey desde principios de 1994 se coordinan semanalmente juntas de trabajo con personal de Abasto (Almacén y Compras) y responsables de mantenimiento de distintas áreas y desde entonces se han tomado acuerdos y decisiones que han mejorado la calidad y el abasto oportuno de los materiales y refacciones utilizados en el mantenimiento de la maquinaria y equipos de la planta, así como también se han tomado acciones para reducir los inventarios, estableciendo convenios con los proveedores seleccionados por ejecutivos de abasto del corporativo de Cemex basándose en una buena recomendación de los usuarios de mantenimiento de las distintas plantas y en los antecedentes, historial y prestigio de los proveedores.

3.8.24.- Nuevas Instalaciones

A través de la información de Ingeniería de Proyectos la Administración de Mantenimiento analizará equipo nuevo a ser instalado desde un punto de vista de mantenimiento. Esto incluye consideración para Mantenimiento Preventivo, herramientas y requerimientos de equipo, ciclos de vida de servicio esperado especialmente requerimientos de refacciones y materiales.

En la revisión de equipo nuevo para determinar partes de repuesto ó requerimiento de materiales de mantenimiento, tratará con partes de seguridad así como el consumo normal esperado. Refacciones de seguridad son aquellas que no deben ser utilizadas para el Mantenimiento normal pero deben estar en

control para una ocurrencia anormal ó inesperada y puede incluir ciertas partes criticas las cuales normalmente no fallan.

Los niveles de inventario en artículos de Mantenimiento normal reflejan el consumo anticipado durante el tiempo de abastecimiento. El consumo normal es estimado sobre una base anual de acuerdo a la experiencia local y el juicio de la función Administrador de Mantenimiento. Dicha función preparará una hoja de análisis para cada nueva pieza de equipo, recomendando las partes de repuesto necesarios.

La función Administración de Mantenimiento debe entonces estar involucrada para determinar donde tales partes serán almacenadas, nivel de inventario, así como el número del equipo a ser usado en nuevas instalaciones.

3.9.- 5º paso, Establecer análisis sistemático de fallas de equipos

Para establecer el análisis sistemático de fallas en Planta Monterrey fue necesario diseñar una hoja electrónica para crear una base de datos aprovechando una opción adicional que maneja el paquete de Microsoft llamado "Lotus-Notes" que se utiliza principalmente como correo electrónico para las comunicaciones internas de la Planta Monterrey. La hoja electrónica fue elaborada de acuerdo al SAM de Cemex México, esta hoja sirve como parte de un Procedimiento Operativo de Calidad (POC) que contribuye a evitar las fallas en los equipos, ayudando a mantener los procesos productivos bajo control de acuerdo con el Plan de Calidad de la planta y que facilite la consecución y luego la conservación de la certificación ISO 9002 , por eso lleva el código POC-09-08-F06-1 al pie del registro. A continuación se muestra el esqueleto de la forma y luego un ejemplo real de una falla en el equipo analizada por un Ingeniero de la Planta.



PLANTA MONTERREY



REGISTRO DE ANALISIS DE FALLAS

No. Consec. :

FECHA :

REPORTADO POR :

AREA : <enter>

Subárea : <enter>

EQUIPO : <enter>

FECHA EN QUE OCURRIO LA FALLA :

TIEMPO DE PARO :

DESCRIPCION DE LA FALLA : <subject>

Tipo de falla : <enter>

¿CUALES FUERON LAS POSIBLES CAUSAS? :

¿PUDO EVITARSE? :

¿Cómo?

¿FUE DEFINITIVA LA REPARACION? :

Breve descripción del trabajo efectuado :

¿PREVENTIVO ADECUADO? :

COMENTARIOS :

¿ES REPETITIVA? :

COMENTARIOS :

MEDIDAS A TOMAR:

1.-)

Responsable :

Fecha :

2.-)

Responsable :

Fecha :

3.-)

Responsable :

Fecha :

NOTAS :

POC-09-08-F06-1

Ejemplo real:



PLANTA MONTERREY



REGISTRO DE ANALISIS DE FALLAS

No. Consec. : 003FECHA : 16/05/97REPORTADO POR : ISRAEL HORACIO
GARZA TEJADAAREA : T.Blanco
<enter>Subárea : MMP Bco
<enter>EQUIPO : MMP-05 <enter>

FECHA EN QUE OCURRIÓ LA FALLA : 14/05/97TIEMPO DE PARO : 32 HRS.DESCRIPCIÓN DE LA FALLA : Filtro Electrostatico Aterrizado <subject>

- 1).-Se Localizó La Falla En Aislamiento De Cable De Alta Tensión
- 2).- La Causa Se Debió A La Falta De Aceite Dielectrico Que Segun Rutina De Mtto. Prev. Se Deberá De Suministrar En Cada Mtto.
- 3).- La Necesidad De Suministro De Aceite Dielectrico Es Necesario Por Fuga De Aceite Existente En La Terminal Inferior Del Cable De Alta Tensión.
- 4).- La Fuga De Aceite Dielectrico Era Causada Por La Aplicación Inadecuada De Soldadura De Estaño Y Por La Existencia De Empaques De Hule Hechisos En Mal Estado.

Tipo de falla : ELECTRICA <enter>

¿CUALES FUERON LAS POSIBLES CAUSAS? :

- 1).-La Falta De Un Mtto. Preventivo Apropiado
- 2).-Inadecuado Procedimiento De Reparación De Situación Similar Anterior

¿PUDO EVITARSE? : SI

¿Cómo? Realizando Oportunamente Y Con Calidad Los Mtto'S. Preventivos De Acuerdo Al S.A.M.

¿FUE DEFINITIVA LA REPARACION? : SI

Breve descripción del trabajo efectuado :

- 1).-Reparación De Tramo De Cable A La Llegada Del Filtro (Fue Necesario El Cortar El Cable 70 Cms. Aprox. De Longitud) Nota : A Este Cable Ya No Será Posible El Poderle Cortar Un Tramo Mas.
- 2).-Cambio De Abrasadera Quebrada En Parte Superior
- 3).- Reposición De Empaques Originales A Conectores Para Evitar La Fuga De Aceite.
- 4).- Reposición De Aceite A Depositos De Los Aisladores Y Terminales De Alta Tensión
- 5).- Aseguramiento De Sellado Por Soldadura De Estaño Para Terminales Superior E Inferior .
- 6).- Cambio De Bushing Y Conector De Terminal Superior De Cable De Alta Tensión.

¿PREVENTIVO ADECUADO? : SI

COMENTARIOS : Mas Sin Embargo No Se Lleva A Cabo Como Lo Indican Las O.T'S De Mtto.

¿ES REPETITIVA? : NO

COMENTARIOS : Se Recomienda El Verificar La Cantidad De Aceite Contenido En Aisladores Como Lo Indican Las O.T'S. De Mtto.

MEDIDAS A TOMAR:

1.-) Verificar Y Asegurar La Realización De Los Mttos. Preventivos Al Filtro Elect. De Acuerdo A El S.A.M.

Responsable : JESUS WONG MENCHACAFecha : 16/05/97

2.-) Proporcionar El Apoyo Y Disponibilidad Del Equipos Productivos Para La Realización De Los Mttos De Acuerdo A Programas De Mtto. Preventivo Y Su Seguimiento.

Responsable : DANIEL RUIZFecha : 16/05/97

3.-) Facilitar Y Brindar El Apoyo Que Sea Necesario Y Requerido Para Asesorar Y Auxiliar En La Solución De Fallas Y Prevención Del Las Mismas

Responsable : ISRAEL H. GARZA T.Fecha : 16/05/97

NOTAS :

ES NECESARIO QUE EL FACILITADOR SE INVOLUCRE UN POCO Y OPORTUNAMENTE EN LO QUE ACONTECE CON LOS EQUIPOS PRODUCTIVOS PARA QUE ESTOS SEAN UN ACELERADOR Y UN PROCURSOR EN LA BUSCA DEL LA PRONTA SOLUCION DE PROBLEMAS.

POC-09-08-F06-1

3.10.-Establecer controles e indicadores para medir efectividad

En Planta Monterrey, los indicadores de mantenimiento fueron establecidos por medio de la Dirección Técnica de Cemex México para todas las plantas de Cemex en la República Mexicana mediante un Documento diseñado en EXCEL e instalado en la red de comunicaciones disponible para todo el personal de Operaciones.

El Documento viene con un mensaje introductorio por parte del Director Técnico de Cemex México Ing. Rogelio Carrillo González, así como una explicación de las ventajas y beneficios para las empresas de medir y registrar sus resultados.

El mensaje es el siguiente:

“Cemex va a ser la Compañía Cementera más competente del mundo y requiere del mantenimiento más competente del mundo”

Ing Rogelio Carrillo

La función de Mantenimiento tiene por objetivo lograr un servicio óptimo a los equipos e instalaciones de la planta a un costo reducido. En el plan estratégico de CEMEX referido a mantenimiento, este objetivo general se concreta en seis factores en los que mantenimiento esta implicado, y que deben optimizarse

- ◆ Disponibilidad de los equipos
- ◆ Estabilidad Operativa
- ◆ Confiabilidad del equipo
- ◆ Administración de materiales
- ◆ Productividad del personal
- ◆ Control Ambiental

La Optimización de estos factores nos conducen a la **reducción de costos** de mantenimiento.

Para lograr estos objetivos, el servicio de Mantenimiento, debe actuar sobre múltiples variables. Los controles de Mantenimiento, están dirigidos precisamente a establecer metas, y medir el comportamiento y la evolución de dichas variables, y aportar información sobre las áreas de oportunidad.

Es importante recalcar que los controles de Mantenimiento, y en particular los indicadores, están diseñados para medir y diagnosticar situaciones, El principal destinatario del control, es el usuario directo. No evalúan personas o desempeños ni sirve para comparación entre organizaciones diferentes. Cada organización (departamento, planta , etc.) debe compararse contra si mismo y comparar sus propios resultados.

Los tipos de indicadores son los siguientes:

Macros

Son indicadores a ser empleados a nivel Dirección para tener una visión general del comportamiento y resultados periódicamente de cada una de las plantas, en una forma rápida y concisa.

Gerenciales

Son indicadores a ser empleados por el Gerente de la Planta y por los Gerentes de Area, la interpretación de los mismos les dará una visión general del estado que guardan los equipos e instalaciones bajo su responsabilidad.

Administrativos

Son indicadores a ser empleados por el Administrador de Mantenimiento y Planeadores- programadores así como los coordinadores de los Grupos de Trabajo. Permiten detectar las restricciones que impiden optimizar la productividad, coordinación eficiencia y calidad en los trabajos.

Operativos

Son indicadores de los Grupos de Trabajo, los cuales les servirán para detectar problemas en la aplicación del Mantenimiento.

A continuación les presento una parte del documento:

Macros



1

Efectividad Total de los Equipos

2

Confiabledad
(Tiempo Medio entre Paros)

3

Costo de Mantenimiento por
Tonelada

4

H.H. de Mto. x Tonelada

1

Efectividad Total de los
Equipos

Efectividad Total de los Equipos = Utilización x Eficiencia x Calidad

Principal Indicador del M.P.T.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo Trabajado}}{\text{Tiempo del Periodo}} \times 100$$

[Ver Detalle dar Click Aquí](#)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Toneladas Producidas}}{\text{Toneladas Nominales}} \times 100$$

[Ver Detalle dar Click Aquí](#)

Factor de Calidad = Margen de Aseguramiento de la
Calidad (M.A.C.)

[Interpretación](#)

[Ver Detalle dar Click Aquí](#)

[Ejemplo
Grafico](#)

Utilización



$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo Trabajado}}{\text{Tiempo del Periodo}} \times 100 = \%$$

Tiempo Trabajado - Es el tiempo en el cual el equipo está trabajando

Nota: En el caso de los Molinos y Trituradores no se tomara en cuenta los paros por tarifa horaria.

Eficiencia



$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Toneladas Producidas}}{\text{Toneladas Nominales}} \times 100 = \%$$

Toneladas Producidas = Toneladas producidas por la planta en un periodo determinado de tiempo.

Toneladas Nominales = Capacidad de producción de diseño que tiene la Planta en un periodo de tiempo multiplicado por el tiempo trabajado.

Nota: Cuando la capacidad nominal de la planta se modifica por alteraciones o proyectos la nueva capacidad real se debe considerar como la nominal.