

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS
INDUSTRIALES EN LA EMPRESA TECNICA METALMECANICA DEL CARIBE
Y CIA LTDA.**

**MIGUEL ANGEL VELAZQUEZ HOLGUIN
CESAR AUGUSTO CAPARROSO OTERO**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
CARTAGENA DE INDIAS DT Y C.
NOVIEMBRE 2005**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS
INDUSTRIALES EN LA EMPRESA TECNICA METALMECANICA DEL CARIBE
Y CIA LTDA.**

**Monografía presentada como requisito para el Minor en Mantenimiento
Industrial**

**MIGUEL ANGEL VELAZQUEZ HOLGUIN
CESAR AUGUSTO CAPARROSO OTERO**

**DIRECTOR:
BENJAMIN ARANGO ZABALETA
Ingeniero Metalúrgico**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
CARTAGENA DE INDIAS DT Y C.
NOVIEMBRE 2005**

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena de Indias DT y C, Noviembre de 2005

Cartagena DT y C, Noviembre de 2005

Señores:

**COMITÉ EVALUADOR
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
CIUDAD**

Apreciados señores

Por medio de la presente permito informarles que la monografía titulada **“programa de mantenimiento preventivo a los equipos industriales en la empresa Técnica Metalmecánica del Caribe y CIA Ltda.”** ha sido desarrollada de acuerdo con los objetivos establecidos para su estudio, consideración y aprobación.

Cordialmente,

MIGUEL A. VELAZQUEZ H.

CESAR A. CAPARROSO O.

Cartagena DT y C, Noviembre de 2005

Señores:

**COMITÉ EVALUADOR
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
CIUDAD**

Apreciados señores

Por medio de la presente permito informarles que la monografía titulada **“programa de mantenimiento preventivo a los equipos industriales en la empresa Técnica Metalmecánica del Caribe y CIA Ltda.”** ha sido desarrollada de acuerdo con los objetivos establecidos.

Como director del proyecto considero que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

Atentamente,

ING. BENJAMIN ARANGO ZABALETA

AUTORIZACION

Cartagena de Indias D.T y C. Noviembre de 2005

Yo CESAR AUGUSTO CAPARROSO OTERO identificado con la cédula de ciudadanía número 73.203.895 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo on-line de la biblioteca.

CESAR AUGUSTO CAPARROSO

RESUMEN

Asimilando los conceptos aprendidos durante el Minor, sobre los diferentes tipos de mantenimiento se logró llevar a cabo la realización de un programa de Mantenimiento en esencia preventivo, pero que adopta características de otros tipos de mantenimiento llegando a desarrollar un concepto que se pueda implementar y acoplar a las necesidades y características de la empresa a la cual está dirigida.

El Mantenimiento es una ciencia que cambia y se renueva constantemente, para este trabajo se aplicaron las técnicas más novedosas en el Mantenimiento mundial.

No se puede definir cual es la estrategia ideal de Mantenimiento, puesto que esto depende mas allá de las características del mismo, depende de las características de la propia empresa a la cual se quiera aplicar. La clave se encuentra en buscar la estrategia que mas le conviene a la empresa, y esto fué lo que se hizo en el presente trabajo.

Hoy en día el mantenimiento es una pieza clave en cualquier organización, el cuál está relacionado de manera directa con todos los demás departamentos de la organización. Un buen mantenimiento significa mayor calidad de los productos y mayor producción a un costo óptimo.

TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVOS

1. LA EVOLUCIÓN ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO	12
2. ADMINISTRACION Y GERENCIA DEL MANTENIMIENTO	18
3. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	23
3.1. CONCEPTOS GENERALES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	24
3.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	24
3.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO	25
3.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	26
3.5. MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO, TPM	28
3.6. MANTENIMIENTO AUTONOMO	31
3.7. CONCEPTOS BÁSICOS	32
3.8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO	33
3.9. MONITOREO POR CONDICIÓN	36
4. PRESENTACION DE LA EMPRESA TMC	39
4.1. MISION DE LA EMPRESA	41
4.2. VISION DE LA EMPRESA	41
5. PLANEACION	42
5.1. INVENTARIO Y CODIFICACION DE EQUIPOS	42
5.2. DATOS TECNICOS DE LOS EQUIPOS	44
5.3. MODOS DE FALLA	54
5.4. DETERMINACION DE LA CRITICIDAD	58
5.4.1. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	58
5.4.2. CRITICIDAD DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	61
5.5. NIVELES DEL MANTENIMIENTO Y TERCERIZACION	62
5.6. JERARQUÍA DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	66
5.7. LISTADO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO Y SU FRECUENCIA	67

6. FORMATOS PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO	80
6.1. INSPECCION DE EQUIPOS	80
6.2. SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO	81
6.3. ORDENES DE TRABAJO	81
6.4. CONTROL DE MANTENIMIENTO	82
7. SUGERENCIAS	83
7.1. DETERMINACION DE LA FRECUENCIA ÓPTIMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	84
7.2. METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA FRECUENCIA ÓPTIMA DE MANTENIMIENTO	88
CONCLUSIONES	
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO.	34
CÓDIGOS DE LOS TIPOS DE EQUIPOS.	42
LISTADO DE EQUIPOS DE LA EMPRESA.	43
DATOS TECNICOS DE LOS EQUIPOS.	44
FORMATO DE HOJA DE VIDA.	53
LISTA DE MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS.	55
LISTA DE CRITICIDAD DE EQUIPOS.	59
LISTADO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO.	67
FORMATO DE INSPECCION DE EQUIPOS.	81
FORMATO DE SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO.	81
FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO.	82
FORMATO DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.	82
CICLO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.	86
CICLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	88
DETERMINACION DE FRECUENCIA ÓPTIMA.	94

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	FORMATO DE HOJA DE VIDA.
ANEXO B	FORMATO DE INSPECCION DE EQUIPOS.
ANEXO C	FORMATO DE SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO.
ANEXO D	FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO.
ANEXO E	FORMATO DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.
ANEXO F	DETERMINACION DE FRECUENCIA ÓPTIMA.
ANEXO G	EQUIPOS PARA MAQUINAR.
ANEXO H	LUBRICACION TORNO WINSTON.
ANEXO I	EQUIPOS PARA SOLDAR.
ANEXO J	EQUIPOS PARA PERFORAR.
ANEXO K	EQUIPOS PARA CORTAR.
ANEXO L	DIAGRAMA DE ENGRASE DE LA CORTADORA HIDRÁULICA.
ANEXO M	EQUIPO DE DOBLEZ.
ANEXO N	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo en la empresa Técnica Metalmecánica del Caribe y Cía. y Ltda.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar un inventario de los equipos de la empresa Técnica Metalmecánica del Caribe y Cía. y Ltda.
- Elaborar las hojas de vida de los equipos, en base a toda la información recopilada sobre los mismos.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo de los activos, de acuerdo a las necesidades y disponibilidad de la empresa.
- Diseñar los formatos necesarios para la ejecución, desarrollo y control del programa de mantenimiento en la empresa.

1. LA EVOLUCIÓN ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO

Hasta la década de 1980 la industria de la mayoría de los países occidentales tenía un objetivo bien definido: obtener el máximo de rentabilidad para una inversión dada. Sin embargo, con la penetración de la industria oriental en el mercado occidental, el consumidor pasó a ser considerado un elemento importante en las adquisiciones, o sea, exigir la calidad de los productos y los servicios suministrados, y esta demanda hizo que las empresas considerasen este factor “calidad”, como una necesidad para mantenerse competitivas, especialmente en el mercado internacional.

Esta exigencia no se debe atribuir exclusivamente a los asiáticos, ya que en 1975, la Organización de las Naciones Unidas definía a la actividad final de cualquier entidad organizada como Producción = Operación + Mantenimiento, donde al segundo factor de este binomio, pueden ser atribuidas las siguientes responsabilidades:

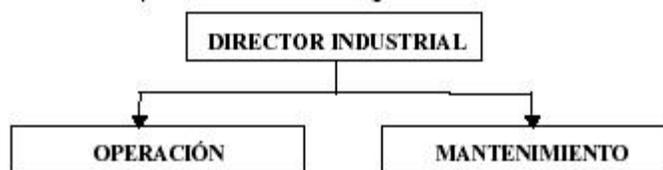
- Reducción del tiempo de paralización de los equipos que afectan la operación.
- Reparación en tiempo oportuno de los daños que reducen el potencial de ejecución de los servicios.
- Garantía de funcionamiento de las instalaciones, de manera que los productos o servicios satisfagan criterios establecidos por el control de la calidad y estándares preestablecidos.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación.

Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”. De este modo, los organigramas de las empresas presentaban la posición del mantenimiento de esta manera.

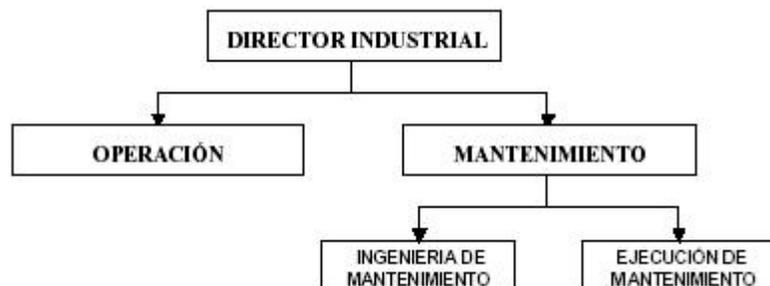


Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, cuando, en función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de Prevención de averías que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación, siendo el organigrama resultante.



Alrededor del año 1950, con el desarrollo de la industria para satisfacer los esfuerzos de la posguerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los Gerentes de Mantenimiento observaron que, en muchos casos, el

tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación, y seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamó Ingeniería de Mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías, los organigramas se subdividieron como se indica.



A partir de 1966, con la difusión de las computadoras, el fortalecimiento de las Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, creadas al final del periodo anterior y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la Ingeniería de Mantenimiento pasó a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, con el objetivo de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento.

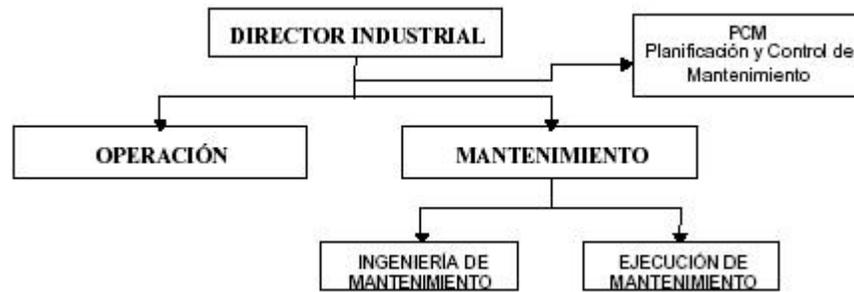
Esos criterios, conocidos como Mantenimiento Predictivo o Previsivo, fueron asociados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados, reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutantes del mantenimiento. Estas actividades ocasionaron el desmembramiento de la Ingeniería de Mantenimiento, que pasó a tener dos equipos: el de estudios de fallas crónicas y el de PCM - Planificación y Control del Mantenimiento, este último con la finalidad de desarrollar, implementar y analizar los resultados de los Sistemas Automatizados de Mantenimiento.



A partir de 1980, con el desarrollo de las computadoras personales a costos reducidos y lenguaje simple, los órganos de mantenimiento pasaron a desarrollar y procesar sus propios programas, eliminando los inconvenientes de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos, para atender las prioridades de procesamiento de la información a través de una computadora central, además de las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades hacia el analista de sistemas, no siempre familiarizado con el área de mantenimiento.

Sin embargo, es recomendable que esas computadoras sean asociadas a una red, posibilitando que su información quede disponible para los demás órganos de la empresa y viceversa. En ciertas empresas esta actividad se volvió tan importante que el PCM - Planificación y Control del Mantenimiento, pasó a convertirse en un órgano de asesoramiento a la supervisión general de producción, ya que influye también en el área de operación.

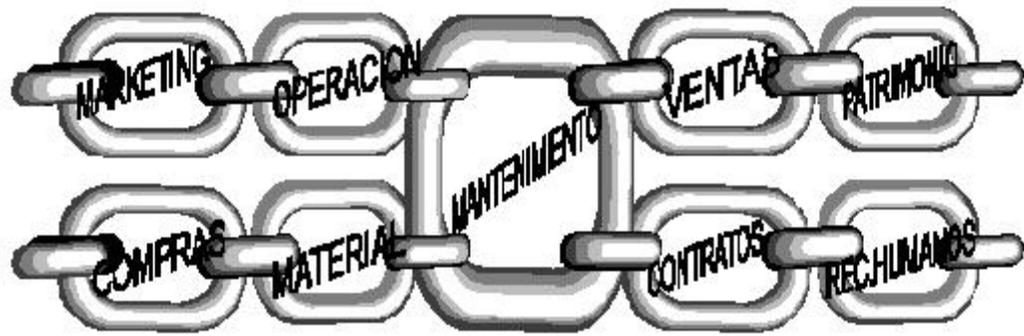
En este final de siglo, con las exigencias de incremento de la calidad de los productos y servicios, hechas por los consumidores, el mantenimiento pasó a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos, en un grado de importancia equivalente a lo que se venía practicando en operación.



Estas etapas evolutivas del Mantenimiento Industrial se caracterizaron por la Reducción de Costos y por la Garantía de la Calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y Cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).

Los profesionales de mantenimiento pasaron a ser más exigidos en la atención adecuada de sus clientes, o sea, los equipos, obras o instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes. La organización corporativa es vista, hoy en día, como una cadena con varios eslabones donde, evidentemente, el mantenimiento es uno de los de mayor importancia en los resultados de la empresa.

Por otro lado el mantenimiento también tiene sus proveedores, o sea, los contratistas que ejecutan algunas de sus tareas, el área de materiales que abastece los repuestos y material de uso común, el área de compras que adquiere materiales y nuevos equipos, etc.; siendo todos ellos importantes para que el cliente final de la empresa se sienta bien atendido.



Lo que muchas veces ha pasado desapercibido para los ejecutivos, hoy en día es bien obvio, un mal mantenimiento y baja confiabilidad significan bajos ingresos, más costos de mano de obra y altos "stocks", clientes insatisfechos y productos de mala calidad.

2. ADMINISTRACION Y GERENCIA DEL MANTENIMIENTO

Los principios fundamentales de la administración y la gerencia son universales y datan de mucho tiempo atrás, la realidad es que su estudio es relativamente reciente. El hombre de las cavernas era en sí un administrador y eso podía verse en los clanes donde el líder del grupo planeaba la consecución de los fundamentos básicos para la subsistencia del grupo, organizaba las diferentes actividades y la distribución de las responsabilidades a cargo de cada miembro, de tal manera buscaba contar con un buen recurso humano de manera que se deseaba que los mejores cazadores y los mejores recolectores ejercieran su labor de dirección y finalmente la de control para evitar conflictos y disputas, evitando desviaciones de los objetivos y asegurándose una apropiada distribución de lo conseguido.

Los principios básicos de la Gerencia de pueden resumir en: Fijación de objetivos, planeamiento, organización y ejecución, dirección y por último control. El hombre los ha utilizado a través de los años en miles de proyectos, y si bien en el inicio de su aplicación fue algo instintivo y natural, hoy en día es una necesidad de toda actividad organizada. Los estudios e investigaciones han dado las herramientas para una adecuada implementación de manera eficiente y con el claro propósito de lograr los resultados esperados.

La actividad gerencial no es fácil. Se requiere de mucha preparación en varios campos. El técnico desde luego, para poder ordenar con conocimiento, el administrativo, ya que su labor fundamental es la de optimizar el uso de los recursos, el humanístico, para interactuar con su personal y hacia el medio externo de su empresa, el social, ya que hoy en día no se puede pensar en empresas aisladas del entorno, el jurídico, para poder tomar decisiones ajustadas a la ley, el ambiental, como una necesidad de la vida moderna y de la

globalización y por último, un claro sentido común que le indique como ganar y hacer que los demás ganen.

Gerenciar el mantenimiento es ni más ni menos una labor de fundamental importancia. El cliente interno de una empresa es el personal, las personas que finalmente hacen los trabajos de mantenimiento. El cliente externo, la empresa para la cual se labora y donde definitivamente la actividad hace que la productividad sea la adecuada para satisfacer los objetivos finales.

La única manera de entender la razón de ser del mantenimiento es la de satisfacer al cliente. Mientras se entienda esta labor como un servicio se lograrán obtener los resultados proyectados. Cada miembro del personal debe entender que es importante y que su labor así sea la de contestar el teléfono es fundamental dentro de la organización, solamente con que se tenga una secretaria que no sepa como responder una llamada implica dañar la imagen del departamento como un todo. Qué decir de un electricista desatento que cree conflictos con todo aquel que le solicite algo tan sencillo como cambiar un bombillo o revisar un aire acondicionado.

1. Fijación de objetivos

Los objetivos son el norte de toda actividad, indican a donde se quiere llegar y permiten que exista una unidad de intereses dentro de los diversos niveles de la organización. Definir objetivos en ocasiones no es una labor sencilla, pero compete directamente al nivel gerencial hacerlo. Para esto el gerente de mantenimiento debe basarse en el plan estratégico de su empresa, determinando claramente las tareas que dentro de cada estrategia se haya fijado la gerencia general en procura de los objetivos propuestos y las metas planeadas.

El conocimiento claro de las fortalezas y debilidades de la empresa, así como las amenazas y oportunidades del entorno, influyen la gestión de mantenimiento y por

ello deben ser claramente determinadas y conocidas, esto ayudará muchísimo al logro de los objetivos.

2. Planeación

Es el procedimiento organizado que permitirá programar el cumplimiento de los objetivos mediante una acertada utilización de los recursos en poder del gerente. El planeamiento debe dar respuestas a las típicas preguntas: Qué hacer?, Cómo hacerlo?, Cuándo hacerlo?, Con qué?, Para qué?

Involucra un ejercicio mental importante y cuidadoso, en el cual no se deben ahorrar esfuerzos en la búsqueda de información, en consultar con los especialistas, operarios y técnicos, en analizar los costos, en la conformación de grupos asesores, en permitir la lluvia de ideas y finalmente el uso de herramientas importantes de programación para la determinación de tiempos, holguras y ruta crítica.

3. Organización y ejecución

Es la fase en donde se lleva a la realidad el proceso de planeación para lo cual se requiere organizar los grupos de trabajo y operacionalizar el proyecto. Cuando la planeación ha sido rigurosa y detallada esta fase se desarrolla de manera muy sencilla, ya que con anterioridad se han tenido en cuenta los dos factores que intervienen.

La experiencia previa es fundamental para reducir los esfuerzos. El inicio de todo proyecto o trabajo de alto nivel presenta dificultades, estas se van superando en la medida en que se vayan integrando los grupos para su realización y se consoliden los procedimientos y la metodología de trabajo.

4. Dirección

La labor gerencial dentro de la gestión de mantenimiento es permanente. El gerente debe crear los mecanismos adecuados para garantizar que durante el

desarrollo de todo el proyecto exista una acertada dirección. La selección de personal es fundamental para lograr que se cuente con personas muy capacitadas y con aptitudes hacia liderazgo muy definidas. La comunicación juega un papel muy importante entendiéndose que debe ser en todas direcciones.

5. Control

Es el método o procedimiento que permite a la gerencia comprobar la correlación entre lo programado y lo ejecutado.

Está estrechamente relacionado con la planeación, ya que, precisamente con el control se logra verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos. El control en si mismo no representa producción, pero si garantiza que se tenga una visión oportuna del desarrollo de las actividades, y a la vez permite detectar en su debido momento los errores, las desviaciones del objetivo o una deficiente calidad, de manera que se puedan tomar los correctivos del caso.

El proceso de control se basa en la medición de los resultados mediante indicadores claramente definidos. Con este fin durante la fase de planeamiento es importante determinar cómo se evaluará cada actividad o grupo de estas.

Se busca controlar la calidad de los trabajos, su adecuada ejecución, la oportuna realización, el tiempo empleado y los recursos utilizados. De esta manera se logrará la eficiencia propia de una gerencia organizada.

Como una de las características del control es que sirva como una herramienta gerencial para mejorar los planeamientos futuros, es importante que el personal no lo tome como una fiscalización de sus actividades, sino por el contrario debe ser la forma en que podamos ver la buena calidad de sus trabajos.

La retroalimentación permanente de las labores de mantenimiento se constituye en otra forma de control que arroja valiosos resultados mediante la actualización

de procedimientos y/o la modificación de los planes periódicos en la medida en que la experiencia demuestre la necesidad de hacerlo y se pueda validar mediante comprobaciones de ingeniería. Por ejemplo el tiempo estipulado para el cambio de aceite de un cárter se puede ampliar. Si las pruebas así lo determinan, con los consiguientes ahorros por este motivo.

3. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

El concepto de mantenimiento está totalmente relacionado con la confiabilidad, esa es la esencia de esta actividad, la confiabilidad en que la planta funcionará continuamente sin paradas indeseadas con las consecuentes pérdidas económicas, un equipo que opera en forma segura, funcional y mantiene una buena apariencia de beneficios económicos, y permite mantener una productividad real a la empresa. Toda empresa busca tener un departamento de mantenimiento cuya función sea cumplir la optimización de los recursos humanos, económicos, físicos, administrativos y técnicos. Dicho de otra manera que produzca mucho y pida poco.

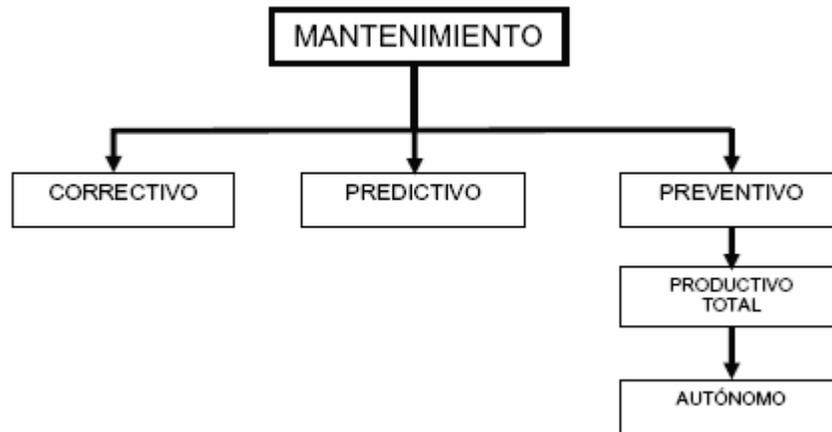
Desde el mismo diseño de los equipos se debe contemplar el mantenimiento. La vida útil y el tiempo promedio entre fallas es una consideración muy importante para tener en cuenta. El costo inicial de un equipo no debe ser el determinante para su adquisición, pero un estudio formal y detallado sobre los costos de compra y de mantenimiento durante su ciclo de vida, darán una excelente información para poder escoger la mejor alternativa, ahorrándose gastos inesperados a lo largo de su vida útil. No siempre la opción de compra más barata será la más económica a lo largo del tiempo de uso de una máquina.

La vida útil representa el periodo de tiempo que trabajará en forma eficiente una máquina. Hay un punto a partir del cual mantenerla en operación representa un gasto superior a los beneficios que se obtienen.

Administrar un buen mantenimiento es toda una empresa donde el Jefe debe gerenciar los recursos, optimizar su utilización, planear cada actividad, crear los mecanismos de supervisión y control, crear los medios para retroalimentar el proceso y sobretodo crear una clara conciencia sobre la importancia de su actividad a todos los niveles de la organización.

3.1 CONCEPTOS GENERALES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

MANTENIMIENTO: Son todas las actividades desarrolladas con el fin de conservar las instalaciones y equipos en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico.



3.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento reactivo, tiene lugar después de que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para tomar medidas de corrección de errores.

No Planificado: Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de Mantenimiento Preventivo. Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo No Planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

Planificado: El mantenimiento Correctivo Planificado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo.

Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es el mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda. Para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipos, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.

- La verificación del estado de la máquina, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite elaborar un archivo histórico del comportamiento mecánico del equipo.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones que se ejecutan en un programa basado en el tiempo transcurrido o basado en el tiempo de servicio del equipo. Estas acciones se realizan para descubrir, evitar, o mitigar la degradación de un sistema (o sus componentes), y así sostener la vida útil del equipo productivo en completa operación a los niveles y eficacia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Por sí sólo el mantenimiento preventivo no es la estrategia de mantenimiento óptima, pero tiene varias ventajas encima de un programa completamente reactivo.

Realizando el mantenimiento preventivo en el equipo, tal y como lo recomienda su fabricante, se garantiza el ciclo de vida del equipo en parámetros originales. Esto se traduce en economía.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

Un mantenimiento preventivo, como la lubricación y cambios del filtro, generalmente permitirá al equipo correr más eficazmente y alcanzar las metas de producción.

El número de fallas disminuirá y por ende el tiempo fuera de servicio del equipo. Minimizar las fallas se traduce en costo de mantenimiento y costo de capital.

VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Aumenta el ciclo de vida de los componentes y del equipo.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Permite flexibilidad en el ajuste de la periodicidad de mantenimiento.
- 12% a 18% de ahorro en el costo Vs. un programa de mantenimiento reactivo.
- Menor costo de las reparaciones.

FASES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de operaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

3.5 MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO, TPM

Este es un método japonés cuya finalidad es la de reducir los costos de producción. Se puede catalogar como la versión de oriente del Mantenimiento Productivo. La técnica aplicada por el método se considera de las más avanzadas hasta el momento en lo que respecta al mantenimiento preventivo, sistemático y condicional. Introduce el concepto de "Costo del Ciclo de Vida", donde se analiza no solamente los costos de adquisición de los equipos, sino además el valor del mantenimiento y de la operación del mismo. El esquema pasa a ser muy amplio y las cifras que se revisan estadísticamente son mucho más significativas.

Se pueden identificar las siguientes características en el método

1. Se busca optimizar la utilización de las máquinas (Rendimiento sintético de equipos).
2. Se analiza el costo de los equipos a lo largo de su ciclo de vida, desde una visión integral y total (Costo del Ciclo de Vida).
3. Se integra la participación de las áreas de producción, mantenimiento y planeación de la empresa.
4. Se busca la participación de la gerencia general en el proceso de mejoramiento.

5. Creación de pequeños grupos orientados hacia la búsqueda de mejoras (Aplicación práctica de los círculos de calidad).

El método ha sido introducido en Europa como una evolución de la política industrial esencialmente orientada hacia la reducción de costos de producción. Se trata de un método que se aplica principalmente en equipos automatizados. Según Nakajima (1988), es un mantenimiento productivo llevado a cabo por todos los empleados a través de la actividad de grupos pequeños. En el TPM el operador de la máquina es responsable del mantenimiento de la misma, así como de su operación. Se obtienen ganancias al lograrse una mayor productividad de la maquinaria.

También es aplicable en empresas que deseen:

- Reducir costos de manufactura.
- Reducir tiempos muertos no planificados.
- Reducir atascamientos en la producción.
- Mejorar la efectividad del equipo.
- Motivar e involucrar a los empleados.
- Implementar o mejorar el mantenimiento preventivo.
- Introducir mantenimiento predictivo.

OBJETIVOS DEL TPM

- Cero averías en los equipos.
- Cero defectos en la producción.
- Cero accidentes laborales.
- Mejorar la producción.
- Minimizar los costos.

RAZONES PARA LA PALABRA “TOTAL”

- Búsqueda de la eficacia total de los equipos.
- Plan de mantenimiento para la vida total de los equipos.
- Implicación del total de la plantilla de la empresa en su desarrollo.

INCONVENIENTES DEL TPM

- Proceso de implementación lento y costoso.
- Cambio de hábitos productivos.
- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones laborales de la empresa.

FACTORES CLAVES PARA EL ÉXITO DE UN TPM

- Compromiso e implicación de la dirección en la implantación del plan TPM.
- Creación de un sistema de información y el software necesario para su análisis y aprovechamiento.
- Optimización de la gestión de recursos, como stock, servicios, etc.

3.6 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento autónomo es una parte fundamental en el TPM. El personal más interesado en el mantenimiento autónomo, obviamente serán los directores y jefes de producción y mantenimiento, profesionales que tengan bajo su responsabilidad áreas de gestión humana, entrenamiento y capacitación-formación; pero queremos reseñar la imprescindible implicación de todos los estamentos de la empresa en los procesos de implantación de un sistema TPM.

El mantenimiento autónomo es básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores de los equipos, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta será participación de producción o del operador dentro del TPM, en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos.

Este mantenimiento autónomo incluye:

- Limpieza diaria, que se tomará como un proceso de inspección.
- Inspección de los puntos clave del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación, etc.
- Lubricación básica periódica de los puntos clave del equipo.
- Pequeños ajustes.
- Formación-Capacitación técnica.
- Reportar todas las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y se requiere una programación para solucionarse.

3.7 CONCEPTOS BÁSICOS

Disponibilidad: Al referirse a una máquina, tiene que ver con la relación de tiempo que está operando o en capacidad de hacerlo en condiciones seguras, comparado con el tiempo total. Como un ejemplo se puede decir que la disponibilidad de la máquina empastadora de libros fue del 75% en el mes de junio del año 2000. Quiere decir que estuvo un 25% del tiempo mensual en mantenimiento o reparaciones.

También se aplica el término Disponibilidad a la capacidad técnico administrativa de tener en existencia un material (repuesto o insumo), listo para su uso en el lugar y el momento oportuno. Por ejemplo, la reparación del motor se hizo tiempo récord gracias a la disponibilidad de los repuestos en la bodega general.

Confiabilidad: Probabilidad de que un equipo o sistema no falle dentro del tiempo y condiciones de operación previstas. Su valor se da relacionado con un nivel de confianza. Los motores MTU tienen una confiabilidad muy alta, llegando casi cien por ciento, quiere decir que son motores que en condiciones normales difícilmente presentarán fallas o daños. Se puede concluir que es el grado de seguridad de que algo funcione o vaya a funcionar de acuerdo con lo esperado.

Mantenibilidad: Es la probabilidad de que a un equipo o sistema se le pueda dar el mantenimiento planeado en su diseño, incluyendo materiales, tiempo y mano de obra. Dicho de otra forma es la economía y la facilidad para dar mantenimiento. Se busca que sea en el menor tiempo posible, con el mínimo de materiales y con la menor y menos calificada mano de obra. Se dice que la mantenibilidad es alta cuando el mantenimiento requerido por la máquina es mínimo, obteniéndose una excelente economía. Los motores Caterpillar tienen un alto grado de mantenibilidad, ya que los repuestos son pocos y económicos, se hacen en poco tiempo y con personal del nivel básico de entrenamiento.

3.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento se agrupa en tres clases principales y su aplicación depende de varias consideraciones, así mismo también tiene ventajas, desventajas y diferencias en sus costos.

A continuación se nombrarán y definirán.

1. Mantenimiento Correctivo

Se define como aquel que se realiza cuando las fallas han ocurrido no se puede prever cuando ocurrirá.

2. Mantenimiento Preventivo

Se realiza con el fin de evitar fallas basándose en parámetros de diseño como producto del estudio juicioso de los fabricantes de partes y del conjunto en general del equipo. Se sustenta en estudios estadísticos y en los criterios de diseño (vida útil).

3. Mantenimiento Predictivo

Busca prevenir fallas mediante observaciones que indican tendencias. Existen varios métodos los cuales son especializados y requieren una preparación apropiada. Entre ellos están: La medición de vibraciones mecánicas, el análisis eléctrico, termografía infrarroja, tribología y análisis de aceites, entre otros.

¿Cuál presenta mayores ventajas o desventajas? Es una pregunta que se debe resolver teniendo en cuenta otras variables importantes como son: El nivel de confiabilidad requerido, la capacidad económica de la empresa, la facilidad para poder detener los equipos sin que se afecte todo el proceso productivo, la capacidad para mantener repuestos en stock, en fin, son una serie de consideraciones que hacen de cada empresa una entidad diferente.

El siguiente cuadro ilustra algunas ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de mantenimiento.

MANTENIMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CORRECTIVO	1. Se obtiene hasta el último rendimiento de las partes.	1. No da confiabilidad.
	2. No requiere planeamiento.	2. No permite planear las paradas de la planta
	3. No requiere un stock cuidadoso de repuestos.	3. No se pueden calcular los costos en que se incurrirá cuando una falla se presente
	4. Es menos costoso (Relativamente)	4. Puede causar daño de partes correlacionadas con la avería
		5. No permite planear adecuadamente el recurso humano
		6. Puede presentarse fallas que afecten el personal

MANTENIMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
PREVENTIVO	1. Confiabilidad.	1. Se puede desperdiciar tiempo de vida de partes que se cambien
	2. Permite un adecuado planeamiento de recursos.	2. Es costoso (Relativamente)
	3. Permite parar los equipos cuando se planea y no cuando se dañan.	3. Exige planeación y programación.
	4. Es mas seguro para el personal.	4. Exige un stock adecuado para partes y repuestos.
	5. Evita daños de partes correlacionadas con la que se someta a mantenimiento.	5. Exige una logística adecuada.

MANTENIMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
PREDICTIVO	1. Es muy confiable.	1. Es costoso(Relativamente)
	2. Obtiene el máximo rendimiento de los componentes sin arriesgar el equipo.	2. Requiere equipos de diagnóstico especializados en algunos casos.
	3. Evita paradas indeseables.	3. Requiere personal entrenado y con experiencia para la fase de diagnóstico
	4. Permite una adecuada planeación	4. No está al alcance de todas las empresas.
	5. Se puede hacer el diagnóstico con el equipos en servicio (la mayoría de las veces)	5. Su implementación requiere una buena inversión.
	6. Compara perfil de operación actual con el esperado (de diseño)	

Adicionalmente podemos considerar lo que algunos autores llaman el mantenimiento programado, como aquel que se lleva cabo basado en una programación que busca evitar paradas imprevistas de los equipos, para lo cual reemplaza componentes con anticipación sin que se obedezca a estudios técnicos apropiados. Tiene como gran desventaja que muchas veces se desperdicia un porcentaje importante de la vida útil de un componente o parte. A no ser por el nombre diferente que le dan algunos autores, perfectamente se podría enmarcar dentro del Preventivo.

En algunos casos se dificulta hacer una clara diferenciación entre el mantenimiento Preventivo y el Predictivo, ya que muchas empresas aplican conceptos de uno y otro en la medida de las necesidades, sin que sea una tendencia determinada. Como ejemplo típico podríamos citar el cambio de aceite

de un motor, el cual usualmente se efectúa cada cierta cantidad de tiempo previamente determinado por el fabricante del lubricante o del equipo, sin embargo para motores de gran tamaño con cárteres que tienen capacidad de miles de litros, las empresas prefieren hacer análisis de su lubricante y de esa manera lo reemplazan cuando físicamente ha perdido sus características.

3.9 MONITOREO POR CONDICIÓN

Durante años las empresas de manufactura al realizar mantenimientos a sus equipos; típicamente el grupo de mantenimiento y producción desmontan los equipos para su reparación en cada mantenimiento mayor. La razón por la cuál hacen esto, es basados en el hecho de que no pueden diagnosticar cuáles de los activos necesitan bajarse y repararse.

Monitoreo es la medición de una variable física que se considera representativa de la condición del equipo y su comparación con valores que indican si el equipo está en buen estado o deteriorado. El objetivo del monitoreo por condición es indicar cuándo existe un problema, (para diagnosticar entre condiciones buenas y malas; y si es mala indicar cuán mala es. Evitando fallos catastróficos), diagnosticar fallos con problemas específicos, pronosticar la vida útil y cuánto tiempo más podría funcionar el equipo sin riesgo de fallo. Esta técnica permite el análisis paramétrico de funcionamiento cuya evaluación permite detectar un fallo antes de que tenga consecuencias más graves.

En general, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en que período de tiempo ese fallo va a tomar una relevancia importante, para así poder planificar todas las

intervenciones con tiempo suficiente para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves.

Una de las características más importantes es que no debe alterar el funcionamiento normal de los procesos, la inspección de los parámetros se pueden realizar de forma periódica o de forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de planta, tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se quiere realizar.

Beneficios del Monitoreo por Condición

Una forma en la que se podría intentar evaluar los ahorros que se obtendrían al implementar una estrategia de mantenimiento de monitoreo por condición es confeccionando una lista de las detenciones producidas en los últimos años en conjunto con sus causas.

Con esto se podría determinar:

- Cuáles intervenciones podrían haber resultado más económicas si se hubiera detectado, el fallo en una etapa más incipiente, evitando que la máquina funcionara hasta la rotura.
- Qué averías podrían haber sido reparadas más rápidamente si se hubiese conocido bien, antes de abrir la máquina, cuál era el elemento defectuoso.
- Cuáles serían los ahorros si después de efectuado un mantenimiento se controla la calidad del mantenimiento realizado.

Para esto se evalúa la condición mecánica en que quedó la máquina a través del análisis de las mediciones realizadas inmediatamente después de la reparación.

Las técnicas actuales del mantenimiento permiten verificar si un elemento reemplazado quedó disminuido debido a un procedimiento de montaje inadecuado (por ejemplo, un rodamiento con sus pistas de rodadura sin dientes). Evalúe así las economías que se obtendrían por ese concepto si los elementos reemplazables de las máquinas de su planta duraran lo especificado en las normas bajo las cuáles fueron compradas las máquinas. El costo del mantenimiento debe considerar: Costos directos (repuestos, materiales, mano de obra, etc.), costos de movilización de repuestos, costos de lucro cesante o pérdidas por no producción, costos por falta de calidad del producto.

Clave del Éxito

Dada la creciente sofisticación de las tecnologías de mantenimiento y los requerimientos de diagnósticos certeros y oportunos, la industria de servicios de mantenimiento ha venido creciendo sostenidamente en las economías rápidas. Especialistas apoyados por computadores conectados remotamente a los sensores de los equipos monitorean signos vitales acumulando una experiencia y conocimientos imposibles de lograr en cada planta por separado.

La visión tradicional del mantenimiento y el diagnóstico industrial está cambiando radicalmente. Hoy en día, el mantenimiento según condición se está convirtiendo en una poderosa herramienta de productividad, clave para enfrentar la creciente competitividad de mercados irregulares en expansión. Este cambio es parte de una transformación global que abarca toda la industria.

La finalidad del monitoreo según condición es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía.

4. PRESENTACION DE LA EMPRESA TMC

La empresa nació en Cartagena en 1999 como “Taller Metalmecánica del caribe” y en Noviembre del 2001 cambia de Razón Social y se constituyó como “Técnica Metalmecánica del Caribe y Cía. Ltda.” ubicada en el Bosque Sector San Isidro y constaba de un área total de 480 metros cuadrados distribuidos en 416 metros cuadrados para el área de producción y 64 metros cuadrados para el área de oficinas.

La empresa TMC es una empresa muy joven, la cual desde sus inicios ha mostrado sus ganas de crecer y proyectarse. Su crecimiento ha estado ligado a los avances y desarrollos de la ensambladora de chasis Mercedes Benz, Monoblock S.A.

Actualmente un buen porcentaje de la capacidad de producción esta dirigida a la ensambladora incursionando además en otros sectores de la industria Metalmecánica.

Debido al crecimiento de la demanda de productos, los años 2004 y 2005 han sido para la empresa años de inversión en tecnología con el fin de ofrecer una mejor respuesta a las necesidades y expectativas de sus clientes desarrollando nuevos procesos de producción encaminados a reducir costos y elaborar productos con calidad en la cantidad y en el tiempo requerido.

Para esta misma época se entra en un proceso de certificación con el ICONTEC bajo los parámetros de la norma ISO 9001 con el fin de incursionar en nuevos mercados con productos de calidad que garanticen el crecimiento de la empresa.

Técnica Metalmecánica del Caribe y CIA. Ltda., actualmente basa su producción en la elaboración de autopartes para la industria automotriz con una amplia gama

de productos para vehículos de la marca Mercedes Benz, las cuales hacen parte del proceso de ensamble de la empresa MONOBLOCK S.A. que se encuentra ubicada en la vía a mamonal Km. 5 sector puerta de hierro edificio Proeléctrica de la ciudad de Cartagena Colombia. Otra parte de la producción está dirigida a la empresa GABRIEL DE COLOMBIA e IMAL en la ciudad de Bogotá y TRANSMARINAS en Cartagena.

Ofreciendo, además, los siguientes servicios a empresas y al público en general:

- Servicio de corte:
 - Corte con cortadora hidráulica
 - Corte con pantógrafo
 - Corte con plasma
 - Corte con segueta eléctrica
- Servicio de perforado con punzonadora hidráulica
- Servicio de dobléz con dobladora hidráulica
- Servicio de soldadura:
 - Soldadura oxiacetilénica
 - Soldadura con equipo tig – mig hasta 400 amperios.
- Servicio de torno

Entre otros servicios.

4.1 MISION DE LA EMPRESA

TMC fabrica productos y partes metalmecánicas para el sector automotriz e industrial, con el compromiso de satisfacer los requisitos y estándares de calidad de sus clientes; apoyados en la teoría de calidad total y enfatizados en el desarrollo empresarial de la organización y el crecimiento personal e integral de su recurso humano.

4.2 VISION DE LA EMPRESA

La visión de la empresa es incursionar en las diferentes ramas de la industria metalmecánica con el ánimo de aumentar sus clientes y competir en proyectos que diversifiquen su potencial productivo haciendo más versátiles sus productos para incrementar su participación en el mercado nacional y alcanzar en el año 2006 un equilibrio en la organización que permita establecer nuevas metas y obtener un alto grado de solidez financiera.

La empresa ha crecido de tal forma, que se vio la necesidad de planear una mudanza, es por eso que se adquirió un lote en el kilómetro 1 vía Mamonal, en la que ya se están adelantando las obras, para que en un término de unos 6 meses se puedan trasladar a su nueva sede.

5. PLANEACIÓN

5.1 INVENTARIO Y CODIFICACION DE EQUIPOS

Cuando se va a implementar un programa de mantenimiento, ya sea predictivo, detectivo, mejorativo, correctivo, etc, o bien una mezcla de todos como lo es en este caso. Es necesario que los equipos puedan ser identificados de una manera muy rápida y sencilla dentro de la empresa.

La asignación de la codificación de algún equipo se utiliza de una manera que pueda ayudar al operador y al personal en general a registrar cualquier actividad asociada a los equipos.

A continuación se presenta el listado de codificación para los equipos:

TIPO DE EQUIPOS	CODIGOS
EQUIPO PARA SOLDAR	EMIG
TALADRO DE BANCO	TB
DOBLADORA HIDRAULICA	DH
DOBLADORA DE LAMINA	DLM
DOBLADORA DE TUBOS	DT
PRENSA HIDRAULICA	PH
CORTADORA HIDRAULICA	CH
SEGUETA ELECTRICA	SEL
TRONZADORA	TR
MOTO-REDUCTOR	MR
ESMERIL	E
COMPRESOR	CMP
EQUIPO DE CORTE	EC
TORNO	TN
CIZALLA PUNZONADORA	PZ
CORTADORA DE CINTA	CC

Los códigos de los equipos ya estaban definidos en la empresa, y estos fueron tomados de acuerdo a las iniciales de los equipos, y el consecutivo que representa la cantidad de equipos similares que existen.

Por ejemplo: Existen 2 dobladoras de láminas (DLM), así que una será DLM-01 y otra será DLM-02.

**LISTADO DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA CON SUS RESPECTIVOS
CODIGOS**

Nº	NOMBRE	CÓDIGO
1	EQUIPO DE SOLDADURA STAR WELD 365	EMIG 01
2	EQUIPO DE SOLDADURA MIG 333C	EMIG-02
3	EQUIPO DE SOLDADURA MIG 303C	EMIG-03
4	EQUIPO DE SOLDADURA MIG 333C	EMIG-04
5	EQUIPO DE SOLDADURA MIG 303C	EMIG-05
6	EQUIPO DE SOLDADURA THERMAL ARC	EMIG-06
7	EQUIPO DE SOLDADURA BRAVO COMBI 165	EMIG-08
8	EQUIPO DE SOLDADURA INVERTER POWER ROD 156 S	EMIG-09
9	EQUIPO DE SOLDADURA STAR WELD 365	EMIG-10
10	EQUIPO DE SOLDADURA BRAVO COMBI 165	EMIG-11
11	TALADRO DE BANCO	TB-01
12	TALADRO DE BANCO	TB-02
13	TALADRO DE BANCO	TB-03
14	TALADRO DE BANCO	TB-04
15	TALADRO DE BANCO	TB-05
16	DOBLADORA HIDRAULICA	DH-02
17	DOBLADORA DE LAMINA	DLM-01
18	DOBLADORA DE LAMINA	DLM-02
19	DOBLADORA DE TUBOS	DT-01
20	PRENSA HIDRAULICA	PH-01
21	CORTADORA HIDRAULICA	CH-01
22	SEGUETA ELECTRICA	SEL-01
23	TRONZADORA	TR-01
24	MOTO-REDUCTOR REBORDEADOR DE TUBOS	MR-01
25	MOTO-REDUCTOR PARA SOLDAR TUBERIA	MR-02
26	ESMERIL	E-01
27	ESMERIL	E-02
28	COMPRESOR	CMP-01
29	EQUIPO CORTE CON PANTOGRAFO	EC-02
30	EQUIPO CORTE CON PLASMA	EC-01
31	TORNO	TN-01
32	TORNO	TN-02
33	CIZALLA PUNZONADORA	PZ -01
34	CIZALLA PUNZONADORA	PZ -02
35	CORTADORA DE CINTA	CC-01

5.2 DATOS TECNICOS DE LOS EQUIPOS

ESMERIL E-01 Y E-02	
DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
CODIGO	E-01 y E-02
MARCA	DeWALT
REFERENCIA	DW758
DIAMETRO DE RUEDAS	8"
TENSION DE ALIMENTACION	110 V / 60 Hz
POTENCIA NOMINAL	403 W
CONSUMO DE CORRIENTE	4,2 A
RUEDA 1	DIA 22 MM / GARANO 60
RUEDA 2	DIA 22 MM / GARANO 36
VELOCIDAD	3600 RPM
VELOCIDAD MAX RUEDAS	4136 RPM

DOBLADORA HIDRAULICA DH-02	
DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
CODIGO	DH-02
MODELO	AP 3100-300
LONGITUD DE DOBLADA	3100 mm
POTENCIA MAXIMA	3000 KN
DISTANCIA ENTRE COLUMNAS	2550 mm
ALTURA DE LA MESA	900mm
CARRERA SOPORTE TRASERO	800 mm
VELOCIDAD BAJADA LIBRE	80 mm/seg

VELOCIDAD DE DOBLADO	5 mm/seg
VELOCIDAD DE VUELTA	60 mm/seg
POTENCIA MOTOR PRINCIPAL	0,37 kw
POTENCIA DEL SISTEMA STOPPER	0,75 kw
IP	54
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	50 C
VOLUMEN DE ACEITE	240 lts
PRESION DEL SISTEMA	245 Bar
TIPO DE ACEITE	SHELL TELLUS 37
TIPO DE GRASA	SHELL RETINAX EP-2

CIZALLAS PUNZONADORAS		
CARACTERISTICAS TECNICAS		
CARACTERISTICAS	EQUIPOS	
	PZ-01	PZ-02
REFERENCIA	HYDRACROP 55S	HYDRACROP 110/180
AÑO	2003	2005
SERIAL	18065	20463
REPRESENTANTE	IMOCOM S.A	IMOCOM S.A
PROCESO	CORTE Y PUNZONADO	
A. CIZALLA PARA LLANTAS:		
LLANTA POCO DEFORMADA	300x15mm	600x15mm
LARGO DE CUCHILLAS	305mm	605mm
BARRA CUADRADA	25mm	
ALTURA DE TRABAJO	380mm	960mm
B. CIZALLA PARA PERFILES:		
FUERZA DE CORTE	1100KN	1800KN
L a 90° CORTE SIN DEFORMACIONES	120x120x10mm	152x152x13mm
L a 45°	70x70x7mm	70x70x7mm

C. CIAZALLA PARA BARRAS:		
BARRA REDONDA	Diam 40mm	Diam 50mm
BARRA CUADRADA	Diam 40mm	Diam 50mm
D. ENTALLADO:		
EN CHAPA	10mm	13mm
EN L	100mm	100mm
PROFUNDIDAD	90mm	90mm
ANCHO	42mm	52mm
E. PUNZONADO:		
FUERZA DE PUNZONADO	550KN	1100KN
POFUNDIDAD DE ESCOTE	250mm	250mm
CAPACIDAD MAXIMA CON CAMBIO RAPIDO		Diam40x20mm Y BASE MATRIZ CON CAMBIO DE CISNE
RECORRIDO	60mm	80mm
ALTURA DE TRABAJO	1.085mm	1.165mm
NUMERO DE CICLOS COMPLETOS DE 20mm DE CARRERA	37	28
MOTOR	5KW	9KW
MAXIMA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DEL MATERIAL	45Kg/mm2	45Kg/mm2

CORTADORA HIDRAULICA	
CARACTERISTICAS TECNICAS	
MARCA	ERMAKSAN
REFERENCIA	HGD 3100-13
SERIAL	G 1598
MATRICULA	2004
REPRESENTANTE	IMOCOM
PROCESO	CORTE SEMI AUTOMATICO
TENSIÓN DE OPERACIÓN	220 V / 50-60H
TENSIÓN DE MANDO	24 V
TENSIÓN DE PRUEBA	500V
TIPO DE CORRIENTE	3 AC
CORRIENTE NOMINAL	28 A
RPM MOTOR	
MOTOR DEL SOPORTE TRASERO	0.75KW
MOTOR PRINCIPAL	22 KW
CAPACIDAD DE CORTE	13mm (42Kg/mm ²)
CARRERA DEL SOPORTE TRASERO	1000mm
NUMERO DE CILINDRO DE PRESION	15
NÚMERO DE CORTES / MINUTO	13
LONGITUD DE CORTE	3100 mm
VOLUMEN DEL TANQUE DE ACEITE	300 Lt
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	0 -50 °C
RUIDO MÁXIMO	70 db
PRESIÓN DEL SISTEMA	240 bar
ALTURA DE LA MESA	800mm
ÁNGULO DE CORTE	2 GRADOS

EQUIPO DE CORTE CON PANTOGRAFO	
DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
CODIGO	EC-02
MARCA	TECNO CUT 1
ALIMENTACION	220V / 60 HZ
AREA DE TRABAJO	1200 X 1200
VELOCIDAD DE CORTE	0 - 2 mt/min
COMPAS PARA CORTE DE DISCO	45 - 560 mm
PIÑÓN DE ARRASTRE	DIA 12,7 mm
ENTRADA DE AIRE	4,5 - 4,7 Bar/ 65 - 68 PSI
REGULACION	ELECTRONICA
DIRECCION DE AVANCE	HORARIO-ANTIHORARIO

CORTADORA DE CINTA SIN FIN CSF-01	
DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS
MARCA	MEP
MODELO	SHARK 452 CCS
SERIAL	150097 / 21
MATRICULA	2005
REPRESENTANTE	COEXPO LTDA
PROCESO	CORTE SEMI AUTOMATICO
VELOCIDAD DE CORTE DE LA CUCHILLA	DE 20 a 100 mt/min
DIMENSIONES DE LA CUCHILLA	4500 x 27 x 0.9 mm
MAXIMA APERTURA DE LA PRENSA	460 mm
ALTURA DE LA CUCHILLA	27 mm
ESPEJOR DE LA CUCHILLA	0.9 mm
TENSION DE LA CINTA	1250 Kg
POTENCIA DEL MOTOR	1.5 Kw

POTENCIA MOTOR DE AL BOMBA REFRIGERANTE	0.1kw
MAXIMA POTENCIA INSTALADA	1.6 kw
TENSION DE TRBAJO DE LA CINTA	1250 - 900 Kg
PRESION DE APERTURA Y SIERRE DE LA PRENSA	6 Bar
CAPACIDAD DEL TANQUE DE UNIDAD TENSORA	8.5 Lt
CAPACIDAD DEL TANQUE DEL FLUIDO REFRIGERANTE	200 Lt

SEGUETA ELECTRICA SEL-01	
DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
CODIGO	SEL-01
MARCA	SEGURA
CAPACIDAD DE CORTE	DIAMETRO 6"
NUMERO DE CORTES POR MINUTO	70
PROTECCION MOTOR	IP 54
MOTOR PRINCIPAL	2.5 HP
VOLTAJE	440/220 V
TIPO CORREAS MOTOR	2 - A68
CORREA BOMBA REFRIGERANTE	1 - A34
REFERENCIA HOJA	450X32X1,6 10 DIENTES/PULG
TIPO DE GRASA	SHELL RETINAX EP-2

COMPRESOR	
CARACTERISTICAS	EQUIPOS
CODIGO	CMP-01
EQUIPO	COMPRESOR DE AIRE
REFERENCIA	234OL5
MARCA	INGERSOLL RAND
SERIAL	30T-951190
REPRESENTANTE Y/O FABRICANTE	NEUMATICA DEL CARIBE
PROCESO	PINTURA
VOLTAJE	220V/60HZ
CAPACIDAD DE ACEITE	1/4 GALON
ACEITE UTILIZADO	LUBRICANTE SINTETICO ALL SEASON T30 SELECT
CAPACIDAD DEL TANQUE DE AIRE	200PSI
INTERVALO DE CARGA	85-125PSI
POTENCIA MAXIMA	5HP
CAUDAL	14.7 CFM A 175 Psig

TRONZADORA PARA METALES TR-01	
DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
CODIGO	EC-01
MARCA	DeWALT
REFERENCIA	DW870
DIAMETRO DEL DISCO	14" X 1" X 3/32"
TENSION DE ALIMENTACION	110 V / 60 Hz
TIPO	3
CONSUMO DE CORRIENTE	15 A
SERIE	90418-200224
DIAMETRO EJE	1"
VELOCIDAD	3600 RPM
VELOCIDAD MAX DISCO	4100 RPM

TORNO IMOTURN TN - 01		TORNO WINSTON TN - 02	
CARACTERISTICAS TECNICAS			
CARACTERISTICAS	EQUIPOS		
	TN - 01	TN - 02	
MARCA	IMOTURN	WINSTON	
REFERENCIA	CY6250 B	1340(340X1000)	
SERIAL	10020536	81	
REPRESENTANTE	IMOCOM	IMOCOM	
ALIMENTACION TRIFASICA	220 V / 440 V - 60H	220 V / 440 V - 60H	
POTENCIA MOTOR PRINCIPAL	Tipo 160 M -4 /11 KW	1,5 KW	
BOMBA REFRIGERACIÓN	Tipo AOB - 25/60 W	75 W	
CAUDAL BOMBA	25 Lt/min	22 Lt/min	
SWING OVER BED (VOLTEO)	500 mm	300 mm	
SWING OVER CROSS SLIDE (VOLTEO CON PROTECCIÓN)	300 mm	174 mm	
SWING IN GAP (VOLTEO LIBRE)	240 mm	137 mm	
DISTANCIA ENTRE CENTROS	2000 mm	1000 mm	
NÚMERO DE VELOCIDADES	24	27	
REVOLUCIONES	9 - 1600 rpm	9 - 2000 rpm	
DIÁMETRO HUSILLO	82 mm	38 mm	
AVANCE LONGITUDINAL	5,4 m/min	0,03~0,42 mm/r	
AVANCE TRANSVERSAL	2,3 m/min	0,015~0,21 mm/r	
POTENCIA MOTOR AVANCE RAPIDO	250W	NA	
TIPO CORREAS TRANSMISIÓN	4 / B - 2261	2 / A 940	

EQUIPOS DE SOLDADURA

CODIGO	MARCA	REFERENCIA	MATRICULA	SERIAL	CATALOGO	PROCESO
EMIG-01	CEBORA	STAR WELD 365 S	A 509	C37176	3.300.789/B	GMAW
EMIG-02	CEBORA	MIG 333C	A 547	B57750	3.300.835	GMAW
EMIG-03	CEBORA	MIG 303C	A 527	A87292	3.300.445/C	GMAW
EMIG-04	CEBORA	MIG 333C	A 547	B57752	3.300.835	GMAW
EMIG-05	CEBORA	MIG 303C	A 527	A97291	430429-460 /435	GMAW
EMIG-06	THERMAL- ARC	FABSTAR 4030	100010A-1	T03011301104	3.300.835	GMAW
EMIG-08	CEBORA	BRAVO COMBI 165	A 532	970462	3.300.700	GMAW
EMIG-09	CEBORA	INVERTER POWER ROD 156 S	A 253	C20875	3.300.600/B	SMAW/TIG
EMIG-10	CEBORA	STAR WELD 365 S	A 509	C37183	3.300.600/B	GMAW
EMIG-11	CEBORA	BRAVO COMBI 165	A 532	A37834	3.300.700	GMAW

CARACTERISTICAS TECNICAS						
CARACTERIS TICAS	EQUIPOS					
	EMIG-01- 10	EMIG-02- 04	EMIG- 03-05	EMIG- 06	EMIG- 08-11	EMIG- 09
ALIMENTACION	220/440 V 60 Hz	220 V 60 Hz				
POTENCIA INSTALADA	12.5 KW	12 KW	10.5 KW	13,5 KW	3 KW	4.6 KW
POTENCIA ABSORBIDA	16	16		17,5	3,8	4,2
CORRIENTE MIN-MAX	KVA/60%	KVA/40%	13.5KVA/60%	KVA/60%	KVA/60%	KVA/60%
SOLDANDO	45A/400A	38A/380A	30A/380A	50A/400A	35A/130A	5A/150A
FACTOR DE SERVICIO 10 MIN/40 C	350A/60%	15.7V/30V	15.5V/30V	16V/32V	15.7V/20.5V	10V/26V
POSICIONES DE REGULACION	270A/100%	330A/40%	300A/40%	400A/60%	130A/20%	150A/35%
ALAMBRE USADO	270A/100%	270A/60%	250A/60%	300A/100%	75A/60%	125A/60%
MAX. DIAMETRO DE BOBINA		210A/100%	190A/100%		60A/100%	115A/100%
CLASE DE PROTECCION	3 X 8	2 X 8	2 X 8	Multiples	5 X 10	Reg. Continua
	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	
	0.8/0.9/1.2 mm	0.6/0.9/1.2 mm	0.6/0.9/1.2 mm	0.6/0.9/1.2 mm	0.6/0.9/1.2 mm	1,5/3.25 mm
	Ø 300mm	N/A				
	15Kg	15Kg	15Kg	15Kg	15Kg	
	IP21	IP21	IP21	IP21	IP21	IP23C

EQUIPOS DE TALADRADO					
CARACTERISTICAS	EQUIPOS				
	TB-01	TB-02	TB-03	TB-04	TB-05
CAPACIDAD	16mm	19mm	16mm	16mm	16mm
VOLTAJE	110V	110V	110V	110V	110VV
MARCA	60Hz	60Hz	60Hz	60Hz	60Hz
REFERENCIA	REXON	YORK TOOLS	REXON	PRESS DRILL	DISCOVER RDM 1601F
POTENCIA INSTALADA	RBM 80B	S/R	DP 15 A	S/R	
RPM DEL MOTOR	0.33HP	1HP	0.5HP	0.37HP	0.75HP
VELOCIDADES	12	1725	1720	1700	1700
CORREAS	(250/3100)	12	12	12	12
	A23/A22	(180/3050)	(250/3100)	(250/3050)	(250/3100)
	A23/A22	A25/A30	2A24	A23/A22	A23/A22

TALADRO FRESADOR	
DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
CODIGO	TF -01
MODELO	IMODRILL DM - 40-20
No DE SERIE	20050506
DIAMETRO MAX DE PERFORADO	40 mm
# DE VELOCIDADES DEL USILLO	6
RANGO DE VELOCIDADES DEL USILLO (R. P. M) 50/60 Hz	65 - 1400 78 - 1680
DISTANCIA EJE DEL USILLO HASTA LA SUPERFICIE DE LA COLUMNA	290 mm (11")
DISTANCIA DESDE LA PUNTA DEL USILLO HASTA LA SUPERFICIE DE LA MESA	0 - 440 (0 - 17")
RECORRIDO DEL USILLO (mm)	120 (4")
RECORRIDO DE LA MESA (mm)	350 X 230 (13" X 9")
TAMAÑO DE LA MESA (mm)	800 X 240 (31" X 9")
MOTOR	Y90S - 4 (1,1 KW)
DIMENSIONES GENERALES (mm)	855 X 1120 X 1650 (33" X 44" X 65")

Ver Formato de Hoja de Vida en Anexo A.

5.3 MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS

Se define como la manera en que una unidad o ensamble puede fallar debido al no cumplimiento de los requerimientos de diseño o de los requerimientos específicos del proceso.

Es preciso entender qué es un modo de falla, para ello, se empleará el siguiente ejemplo:

EQUIPO: Bomba centrífuga

FUNCION: Bombear

PROPOSITO: Del tanque A al tanque B

RENDIMIENTO: 1000Litros/minuto

FALLA: Este equipo habrá fallado si bombea menos de 1000litros/min.

MODO DE FALLA: es el evento que provoca que un equipo falle. Es la “patología” de la falla. Es lo que se descubre mediante el estudio técnico. En este caso puede ser el sello mecánico.

EFECTO DE FALLA: es lo que sucede cuando un modo de falla ocurre. Es el “síntoma” por el que se puso en evidencia la falla. Puede ser evidente u oculto. Para este caso puede ser fuga del material o caída de presión.

El mantenimiento programado vale la pena si evita o reduce las consecuencias de la falla que se quiere prevenir.

Ya teniendo esto claro, se hace una lista de los modos de falla potencial para cada tipo de equipo en particular:

LISTA DE MODOS DE FALLA DE LOS EQUIPOS

TORNOS

Escobillas sobre la guía de movimiento.
Bancada.
Sistemas de engranajes.
Sistema de refrigeración.
Mandriles.
Punta Móvil.
Torreta porta herramientas.
Motor principal.
Bomba del refrigerante.
Terminales de protección.
Mando eléctrico.
Tablero eléctrico.
Pilotos de operación.
Microwitch.
Motor.

EQUIPOS DE SOLDADURA

Cilindro.
Regulador de presión.
Flujómetro.
Transformador y equipo eléctrico.
Ventilador y rejillas de acceso de aire.
Cables de alimentación.
Rodillos de arrastre.
Toberas.
Manguera.
Funda guía del alambre

CORTADORA HIDRAULICA

Cuchillas.
Motor eléctrico.
Bomba.
Sistema hidráulico.

Cilindros.
Sistema eléctrico y electrónico.
Sistema excéntrico.
Engranajes.
Eje.

PUNZONADORA HIDRAULICA

Sistema hidráulico.
Punzón.
Matriz.
Porta punzón y base del punzón.
Bayoneta.
Bomba.
Motor eléctrico.
Cuchillas.

DOBLADORA HIDRAULICA

Moldes.
Cilindros.
Sistema hidráulico.
Bomba.
Motor eléctrico.
Mordazas.
Sistema eléctrico.
Sistema excéntrico.
Engranajes.

TRONZADORA

Disco de corte.
Prensa y accesorios de mesa.
Motor eléctrico.
Sistema eléctrico.

ESMERIL

Motor eléctrico.
Disco.
Rueda.

TALADRADORAS

Cremallera.
Sistema de transmisión.
Motor eléctrico.
Mandril.

SEGUETA ELECTRICA

Bomba del refrigerante.
Motor eléctrico.
Circuito eléctrico.
Sistema de transmisión.
Segueta.

PANTOGRAFO

Cilindro.
Regulador de presión.
Motoreductor.
Sistema de manguera.
Sistema eléctrico y electrónico

CORTADORA DE PLASMA

Sistema de manguera.
Sistema eléctrico y electrónico

COMPRESOR

Motor eléctrico
Sistema de transmisión
Filtros
Válvulas

CORTADORA DE CINTA SIN FIN

Motor eléctrico.
Cinta cortadora.
Bomba de refrigerante/lubricante.

5.4 DETERMINACION DE LA CRITICIDAD

No existe un método perfecto para definir o establecer la prioridad tanto de las tareas de mantenimiento, como de los equipos. En la mayoría de las organizaciones en la actualidad la carga de trabajo es dinámica y las prioridades están siendo constantemente monitoreadas y cambiadas. Pero sin embargo podemos utilizar un método bastante válido para determinar esta prioridad.

Este método se basa en identificar cinco grupos, y a cada uno se le asigna un valor de 1 a 5, siendo cinco el valor de mayor prioridad.

5.4.1 CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

La criticidad de los equipos se determina en base a los siguientes cinco grupos:

- **INFRAESTRUCTURAS:** en este grupo están incluidos los activos correspondientes a edificios, decoración, restaurantes, baños, y todas aquellas facilidades personales.
A este grupo se le asigna un valor de 1.
- **EQUIPOS CRITICOS CLASE C:** en este grupo están incluidos todos los activos dedicados a la producción, manejo de desperdicio, materiales y equipos, donde hay disponible un backup. También los equipos de soporte u oficina como computadores.
A este grupo se le asigna un valor de 2.
- **UTILIDADES Y EQUIPO CRÍTICO CLASE B:** en este grupo están incluidos todos aquellos equipos que puedan causar una parada total de

la planta o la línea principal de producción, pero que cuentan con backup. equipos donde su apagada puede afectar una línea de producción secundaria, o equipos de manejo de material crítico. Estos pueden incluir quipos para el control ambiental y equipos de calentamiento.

A este grupo le corresponde un valor de 3.

- **UTILIDADES Y EQUIPO CRÍTICO CLASE A:** en este grupo están incluidos todos aquellos equipos que puedan causar una parada total de la planta o de la línea principal de producción que no cuentan con backup.

A este grupo le corresponde un valor de 4.

- **PROTECCION Y SEGURIDAD:** en este grupo están todos los equipos que pongan en riesgo la seguridad personal o del producto.

A este grupo le corresponde un valor de 5.

Teniendo en cuenta estos parámetros a continuación se presenta la lista de los equipos con su respectiva criticidad.

Nº	NOMBRE	CÓDIGO	CRITICIDAD
1	EQUIPO DE SOLDADURA STAR WELD 365	EMIG 01	2
2	EQUIPO DE SOLDADURA MIG 333C	EMIG-02	2
3	EQUIPO DE SOLDADURA MIG 303C	EMIG-03	2
4	EQUIPO DE SOLDADURA MIG 333C	EMIG-04	2
5	EQUIPO DE SOLDADURA MIG 303C	EMIG-05	2
6	EQUIPO DE SOLDADURA THERMAL ARC	EMIG-06	2
7	EQUIPO DE SOLDADURA BRAVO COMBI 165	EMIG-08	2

8	EQUIPO DE SOLDADURA INVERTER POWER ROD 156 S	EMIG-09	2
9	EQUIPO DE SOLDADURA STAR WELD 365	EMIG-10	2
10	EQUIPO DE SOLDADURA BRAVO COMBI 165	EMIG-11	2
11	TALADRO DE BANCO	TB-01	2
12	TALADRO DE BANCO	TB-02	2
13	TALADRO DE BANCO	TB-03	2
14	TALADRO DE BANCO	TB-04	2
15	TALADRO DE BANCO	TB-05	2
16	DOBLADORA HIDRAULICA	DH-02	4
17	DOBLADORA DE LAMINA	DLM-01	3
18	DOBLADORA DE LAMINA	DLM-02	3
19	DOBLADORA DE TUBOS	DT-01	4
20	PRENSA HIDRAULICA	PH-01	4
21	CORTADORA HIDRAULICA	CH-01	4
22	SEGUETA ELECTRICA	SEL-01	3
23	TRONZADORA	TR-01	3
24	MOTO-REDUCTOR REBORDEADOR DE TUBOS	MR-01	3
25	MOTO-REDUCTOR PARA SOLDAR TUBERIA	MR-02	3
26	ESMERIL	E-01	2
27	ESMERIL	E-02	2
28	COMPRESOR	CMP-01	4
29	EQUIPO CORTE CON PANTOGRAFO	EC-02	4
30	EQUIPO CORTE CON PLASMA	EC-01	4
31	TORNO	TN-01	3
32	TORNO	TN-02	3
33	CIZALLA PUNZONADORA	PZ -01	3
34	CIZALLA PUNZONADORA	PZ -02	3
35	CORTADORA DE CINTA	CC-01	4

5.4.2 CRITICIDAD DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

La criticidad de las tareas de mantenimiento se determina en base a los siguientes cinco grupos:

- **ASEO:** en este grupo se localizan todas aquellas tareas de mantenimiento enfocadas a las tareas de limpieza, aseo, pintura, mantenimiento de baños, en general.
A este grupo se le asigna un valor de 1.
- **MANTENIMIENTO DE RUTINA O MANTENIMIENTO DE EQUIPO BACKUP:** como su nombre lo indica en este grupo se encuentra todas aquellas tareas de mantenimiento preventivo de rutina, al igual que de los equipos que se encuentran en stand by. También se incluye el chequeo rutinario de seguridad y trabajos mejorativos.
A este grupo se le asigna un valor de 2.
- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** como su nombre lo indica en este grupo se encuentran aquellas tareas de manteniendo programadas al igual que aquellas tareas que se realizan durante la producción, para asegurar que la cantidad y calidad de la producción se mantenga.
A este grupo se le asigna un valor de 3.
- **FALLA DE PLANTA CRÍTICA:** en este grupo se encuentran aquellas tareas de mantenimiento en equipos donde se haya presentado una falla o que tenga el potencial de causar una parada o problemas de calidad.
A este grupo se le asigna un valor de 4.

- **TAREAS CONCERNIENTES A LA SEGURIDAD:** en este grupo se encuentran aquellas tareas de mantenimiento donde se haya presentado una falla en un equipo que cause un riesgo a la seguridad del personal o del producto.

A este grupo se le asigna un valor de 5.

5.5 NIVELES DEL MANTENIMIENTO Y TERCERIZACION

En general las empresas no están en capacidad de montar infraestructuras de mantenimiento excesivamente costosas y cuya utilización genere tiempos largos de baja utilización. Por este motivo se busca jerarquizar los trabajos en niveles de acuerdo con su importancia, grado de dificultad, conocimientos requeridos para su ejecución y el tipo de talleres y herramientas especializadas que se deben utilizar.

Se puede hablar de cinco niveles de mantenimiento. La empresa debe decidir hasta que nivel estará en capacidad de atender por si misma y que niveles contratará por aparte basándose en criterios de costo beneficio.

NIVEL I (Nivel operador, Técnicos del nivel aprendiz):

Aquellos rutinarios que garantizan la operación permanente y previene daños al poderse detener el equipo inmediatamente se detecten las fallas. Prácticamente se hacen mediante la observación directa del operador.

- Limpieza rutinaria
- Inspección diaria
- Revisión de aceite y líquidos consumibles
- Engrases rutinarios
- Detección de ruidos anormales

NIVEL II (Operador experimentado, Técnico intermedio con curso básico del equipo)

Aquellos que además requieren de operaciones sencillas de mantenimiento por parte de un técnico entrenado en el equipo. No exigen paradas prolongadas y su finalidad es garantizar la operación confiable.

- Chequeo de tensión de correas
- Relleno de líquidos
- Limpieza de filtros de aire

NIVEL III (Técnico de más alto nivel en la empresa con varios años de experiencia y cursos avanzados sobre el equipo)

Trabajos especializados en sitio y son de carácter básicamente rutinario.

- Cambios de aceite y filtro
- Calibraciones rutinarias
- Verificación de parámetros de servicio
- Cambio de partes

NIVEL IV (Grupo de trabajo con experiencia previa, conformado por técnicos de varias disciplinas bajo la dirección de un ing. de campo)

Nivel de taller especializado, consumen bastante tiempo y requieren de herramienta especializada para su ejecución.

- Despiece parcial de mantenimiento
- Calibraciones especializadas

- Revisión de tolerancias
- Ajustes detallados
- Soldadura y revisión

NIVEL V (Labores de planeación)

Trabajos de más alto nivel. Requieren de personal altamente calificado y en ocasiones de apoyo del fabricante. Contempla los llamados mantenimientos totales, de alta planeación y programación.

- Despiece total
- Pruebas destructivas y no destructivas
- Calibraciones con instrumentos especiales

Los niveles I, II y III, normalmente se efectúan por personal de planta de los departamentos de mantenimiento, los niveles IV y V corresponden a niveles muy especializados por lo cual muchas empresas prefieren hacerlo por contrato con talleres o entidades especializadas, reservándose desde luego el derecho de la interventoría. Como se mencionó anteriormente los costos marcan las políticas de cada empresa sobre sus capacidades para el nivel seleccionado. Lo que si es claro es que las empresas no quieren Invertir en personal y herramientas que solo se vayan a utilizar muy esporádicamente.

Algunas empresas prefieren agrupar en solo tres niveles para lo cual tienen el I: como el de nivel del operador, nivel II: especializado, pero con personal de la misma empresa y el nivel III aquel que requiere personal y herramientas muy especializadas.

Evidentemente todo lo referente a la planificación y programación inmediata es asignado a trabajos que se efectúan en el seno de la propia organización; con respecto a los trabajos que se efectúan fuera de la empresa, o dentro de la empresa, pero con personal que no es el propio, se les debe dar el mismo tratamiento que los propios, con la diferencia que en lugar de fijar los tiempos en horas hombre, debe hacérselo en días y ejercer un estricto control al respecto.

Puede darse el caso de unas pocas organizaciones que hacen todo el mantenimiento a través de terceros, otras, también pocas, que lo hacen todo con personal propio, y una gran mayoría que utiliza ambas posibilidades. Cabe acotar que es cada vez mayor la tendencia a la tercerización, e incluso en algunos países, Brasil, se está utilizando la cuarterización que consiste en hacer todo por terceros, y un cuarto que no es la empresa, efectúa la gestión y administración de los mencionados terceros.

La discusión: “Se hace en taller propio o terceros?”, nuevamente la respuesta es simple: se hace donde resulte más conveniente para la eficacia y eficiencia; salvo alguna razón política muy especial.

5.6 JERARQUÍA DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Al seleccionar las tareas de MP se debe utilizar la siguiente jerarquía de mantenimiento:

1. Predictivo (como el monitoreo de condición).
2. No-invasivo (como un cambio de aceite).
3. Invasivo Preventivo (como el desarmado para verificar desgaste).
4. Renovación (como el reemplazo de un rodamiento).

En la decisión de las tareas de MP se debe seguir la siguiente jerarquía en cuanto al ejecutor:

1. Acciones que los operadores pueden hacer como parte de su rutina normal (observaciones dirigidas) - No es considerado MPO.
2. Acciones que no son parte de la rutina normal del operador (como un ensayo funcional).
3. Acciones que requieren una mínima habilidad técnica (como la lubricación simple).
4. Acciones que requieren un operario especializado (como una inspección detallada).
5. Mantenimiento programado (recorrida programada).

5.7 LISTADO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO Y SU FRECUENCIA

Con base al estudio de los diferentes modos de falla para cada equipo, se procede a decidir las tareas de mantenimiento a realizar.

Junto a un estudio para estimar la frecuencia, llegamos a obtener una lista de tareas.

Pero para un mejor entendimiento de las tareas, estas se han clasificado en varios grupos los cuales se definen como:

- Actividades para el cuidado básico del equipo: Son todas aquellas tareas que son realizadas muy frecuentemente, llevadas a cabo por el mismo operador, y no requieren de un nivel muy avanzado de especialización.
- Actividades programadas: Son actividades que se realizan a periodos mayores de tiempo, y por lo general se requiere de un mayor nivel de especialización para ser llevadas a cabo.

A continuación se presentan cada una de estas tareas, para cada tipo de equipo.

PANTOGRAFO:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Verificar conexión de salida del gas a través del regulador
Semanal	Verificar visualmente estado del cilindro.
Semanal	Verificar estado del regulador de presión.
Semanal	Realizar limpieza general a mesa y bandeja
Semanal	Limpiar con chorro de aire comprimido, limpio y seco el motoreductor

Actividades programadas:

Mensual	Verificar estado porta-tobera, electrodo, difusor y tobera.
Mensual	Verificar estado de manguera.
Mensual	Limpiar con chorro de aire comprimido limpio y seco y aplicar limpiador de contactos a tablero principal
Mensual	Limpiar barras guías y cojinetes de deslizamiento

TRONZADORA DE METALES:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Efectuar limpieza general de la máquina
Semanal	Verificar si hay ruidos o vibraciones inusuales.
Mensual	Verificar correcta instalación de protecciones del disco de corte
Mensual	Verificar estado del disco
Mensual	Verificar estado de prensa y accesorios de mesa

Actividades programadas:

Semestral	Verificar consumo del motor
Semestral	Desmontar tapa laterales motor, limpiar tapa y ventilador.
Semestral	Revisar el apriete de tornillos y pernos del motor. Volver a apretar si es necesario.
Semestral	Revisar estado de la bornera y contactos. Si se encuentra sulfatados o en regular estado, sustituir.
Anual	Desmontar motor, cambiar rodamientos, verificar alineación de eje, barnizar el embobinado, revisar estado de ventilador.

ESMERILES:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Efectuar limpieza general de la máquina
Semanal	Verificar si hay ruidos o vibraciones inusuales.
Mensual	Verificar correcta instalación de protecciones de ruedas laterales y frontales
Mensual	Verificar estado de ruedas

Actividades programadas:

Semestral	Verificar consumo del motor
Semestral	Desmontar tapa laterales motor, limpiar tapa y ventilador.
Semestral	Revisar el apriete de tornillos y pernos del motor. Volver a apretar si es necesario.
Semestral	Revisar estado de la bornera y contactos. Si se encuentra sulfatados o en regular estado, sustituir.
Anual	Desmontar motor, cambiar rodamientos, verificar alineación de eje, barnizar el embobinado, revisar estado de ventilador.

TALADRADORAS:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Efectuar limpieza general de la máquina
Semanal	Verificar si hay ruidos o vibraciones inusuales.
Semanal	Revisar ajuste y efectuar engrase a cremallera
Semanal	Verificar correcta instalación de guarda correas
Semanal	Verificar estado de correas de transmisión, poleas, chaveteros y cuñas

Actividades programadas:

Semestral	Verificar consumo del motor con carga y en vacío
Semestral	Desmontar tapa trasera motor, limpiar tapa y ventilador.
Semestral	Revisar el apriete de tornillos y pernos del motor. Volver a apretar si es necesario.
Semestral	Revisar estado de la bornera y contactos. Si se encuentra sulfatados o en regular estado, sustituir.
Anual	Desmontar motor, cambiar rodamientos, verificar alineación de eje, barnizar el embobinado, revisar estado de ventilador.
Anual	Desmontar mandril y cambiar rodamientos

SEGUETA ELECTRICA:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Efectuar limpieza general de la máquina
Semanal	Verificar si hay ruidos o vibraciones inusuales.
Quincenal	Engrasar puntos resaltados en equipo
Mensual	Verificar consumo del motor principal con carga y en vacío
Mensual	Verificar apriete pernos de anclaje
Mensual	Limpiar ventilador motor principal, motoreductor avance tope trasero y motoreductor recorrido molde superior

Actividades programadas:

Semestral	Verificar estado de poleas conductora y conducida (canales, cuñeros, correas y chavetas).
Semestral	Revisar estado de la bornera y contacto. Si se encuentra sulfatados o en regular estado, sustituir.
Semestral	Desmontar tapa trasera motor, limpiar tapa y ventilador.
Semestral	Corregir fugas de refrigerante
Anual	Cambiar rodamientos , barnizar embobinado y verificar ajuste de rodamiento en cajas del motor
Anual	Cambiar rodamientos, retenedores y empaque a bomba refrigerante

EQUIPO DE CORTE CON PLASMA:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Verificar drenaje de la unidad de mantenimiento
Semanal	Limpiar con chorro de aire comprimido, limpio y seco el transformador, diodos, ventilador y rejillas laterales de acceso de aire.
Semanal	Verificar estado de conector de alimentación, cable y pinza de tierra
Semanal	Verificar que los potenciómetros, selectores, tomacorrientes y demás accesorios instalados en el tablero se encuentren en buen estado.

Actividades programadas:

Mensual	Efectuar limpieza de tarjetas con un limpiador electrónico. Asegúrese de mantener el equipo desconectado de la alimentación eléctrica.
Mensual	Limpiar antorcha de gas.
Mensual	Verificar estado porta-tobera, electrodo, difusor y tobera.
Mensual	Verificar estado de manguera.

CORTADORA HIDRAULICA:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Revisar el nivel de aceite o reajustar si es necesario, con el equipo apagado y la máquina fría.
Semanal	Efectuar limpieza general de la máquina
Semanal	Verificar si hay ruidos o vibraciones inusuales.
Semanal	Verificar fugas a través de cilindros, mangueras, juntas, bloque de válvulas y en bomba hidráulica
Semanal	Lubricar piezas no pintadas para evitar oxidación

Actividades programadas:

Mensual	Engrasar puntos clave del equipo
Mensual	Verificar operación de fotoceldas de protección en puertas traseras
Mensual	Verificar operación sistemas de pulsadores de emergencia
Semestral	Verificar consumo del motor principal con carga y en vacío
Semestral	Verificar consumo del motor avance tope trasero
Semestral	Efectuar limpieza a micros de final de carrera 5LS4 Y 5LS2 y fotocelda 5LS1; verificar apriete de terminales
Semestral	Revisar ajuste levas LV3, LV4 y LV5, verificar ajuste terminales y limpieza a micros de final de carrera sistema interruptor
Semestral	Verificar apriete de bornera terminales en alimentación, en tablero principal y en bornera del motor. Aplicar limpiador de contactos
Semestral	Verificar apriete pernos de anclaje
Semestral	Limpiar ventilador motor principal y motor avance tope trasero
Anual	Cambiar filtro de aceite
Anual	Cambiar aceite (ACEITE TELLUS 37)

DOBLADORA HIDRAULICA:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Revisar el nivel de aceite o reajustar si es necesario, con el equipo apagado y la máquina fría.
Semanal	Efectuar limpieza general de la máquina
Semanal	Verificar si hay ruidos o vibraciones inusuales.
Semanal	Verificar fugas a través de cilindros, mangueras, juntas, bloque de válvulas y en bomba hidráulica
Semanal	Lubricar piezas no pintadas para evitar oxidación

Actividades programadas:

Mensual	Engrasar puntos clave del equipo
Mensual	Limpiar cadenas con disolvente y aplicar protector de Disulfuro de Molibdeno
Mensual	Verificar operación de protecciones instaladas en las puertas laterales
Mensual	Verificar sistemas de seguridad parte posterior y pulsadores de emergencia
Semestral	Verificar consumo del motor principal con carga y en vacío
Semestral	Verificar consumo del motoreductor avance tope trasero
Semestral	Verificar consumo del motor principal recorrido vertical molde superior
Semestral	Revisar ajuste levas LV1 y LV2, verificar ajuste terminales y limpieza a micros de final de carrera sistema interruptor
Semestral	Revisar ajuste levas LV3, LV4 y LV5, verificar ajuste terminales y limpieza a micros de final de carrera sistema interruptor

Semestral	Verificar apriete de bornera terminales en alimentación, en tablero principal y en bornera del motor. Aplicar limpiador de contactos
Semestral	Verificar apriete pernos de anclaje
Semestral	Limpiar ventilador motor principal, motoreductor avance tope trasero y motoreductor recorrido molde superior
Anual	Cambiar filtro de aceite
Anual	Cambiar aceite (ACEITE TELLUS 37)

CIZALLAS PUNZONADORAS:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Revisar el nivel de aceite o reajustar si es necesario, con el equipo apagado y la máquina fría.
Semanal	Limpieza general y engrase de los puntos clave del equipo (GRASA SHELL RETINAX EP2)
Semanal	Remover sucio de piezas no pintadas y aplicar capa de aceite para evitar oxidación

Actividades programadas:

Semestral	Verificar apriete tornillería base motor y bomba
Semestral	Limpiar central hidráulica y revisar posibles fugas de aceite en tubería
Semestral	Calibrar cuchillas para corte de llanta y entallado
Semestral	Verificar consumo del motor con carga y en vacío
Semestral	Verificar apriete de bornera terminales en alimentación, en tablero principal y en bornera del motor. Aplicar limpiador de contactos
Semestral	Verificar operación de los pulsadores de emergencia SB1 y SB2
Semestral	Limpiar contactos para finales de carrera SQ1, SQ2, SQ3, SQ4, SQ5, SQ6, SQ7 y SQ8, según manual
Semestral	Verificar apriete pernos de anclaje
Semestral	Limpiar ventilador motor
Anual	Cambiar filtro de aceite
Anual	Cambiar aceite (ACEITE TELLUS 37)

TORNOS:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Limpieza de escobillas sobre guía de movimiento
Semanal	Limpieza sistema de lubricación bancada
Quincenal	Limpieza de Mandriles (Copa)

Actividades programadas:

Mensual	Limpieza del sistema de refrigeración
Mensual	Limpieza y engrase de sistema de engranajes
Mensual	Desmontaje y limpieza punta móvil
Mensual	Desmontaje y limpieza de torreta porta-herramientas
Mensual	Desmontaje y limpieza de regletas carro longitudinal, transversal y auxiliar.
Mensual	Verificar consumo motor principal y bomba refrigerante con equipo en vacío y con carga
Mensual	Revisar ajustes terminales de protección y mando eléctrico
Mensual	Limpieza tablero eléctrico con aire seco comprimido y después aplicar limpiador electrónico
Mensual	Verificar estado y operación de pilotos de operación.
Mensual	Limpiar y ajustar contactos de microswitch SQ1 y
Trimestral	Cambio de aceite caja de piñones y caja norton

EQUIPOS DE SOLDADURA:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Verificar conexión de salida del gas a través del regulador de gas y del flujómetro
Semanal	Verificar visualmente estado del cilindro.
Semanal	Verificar estado del flujómetro.
Semanal	Verificar estado del regulador de presión.
Semanal	Verificar estado del conector (Tomacorriente) y cables de alimentación.
Semanal	Verificar sujeción del cilindro en la base.
Semanal	Verificar que los potenciómetros, selectores, tomacorrientes y demás accesorios instalados en el tablero se encuentren en buen estado.
Semanal	Verificar estado de conector, cable y pinza de tierra (masa).
Semanal	Limpiar tobera de protección de gas.
Semanal	Limpiar tobera porta corriente.

Actividades programadas:

Quincenal	Limpiar con chorro de aire comprimido, limpio y seco el transformador, diodos, ventilador y rejillas laterales de acceso de aire.
Quincenal	Verificar paso de alambre a través de ranura y asegurarse que el diámetro del alambre corresponda a la ranura utilizada.
Quincenal	Verificar ajuste de conexiones eléctricas en la alimentación.
Quincenal	Efectuar limpieza de tarjetas eléctricas con un limpiador electrónico. Asegúrese de mantener el equipo desconectado de la alimentación eléctrica.
Quincenal	Limpiar conjunto de rodillos de arrastre de eventual formación de óxido o residuos metálicos.
Mensual	Verificar estado del difusor de gas.
Mensual	Verificar estado del disparador de la antorcha.
Mensual	Verificar estado de manguera.
Mensual	Limpiar funda guía alambre.

COMPRESOR:

Actividades para el cuidado básico:

Semanal	Revisar el nivel de aceite o reajustar si es necesario, con el equipo apagado y la máquina fría.
Semanal	Drenar el líquido condensado del tanque receptor, abriendo la válvula de drenaje manual.
Semanal	Verificar si hay ruidos o vibraciones inusuales.
Semanal	Verificar que los guarda correas y cubiertas estén bien instaladas.
Semanal	Asegurar que el área alrededor del compresor esté libre de trapos, herramientas, escombros y materiales inflamables o explosivos.
Semanal	Revisar las tres válvulas de seguridad/desahogo, tirando de los anillos. Reemplazar las válvulas de seguridad/desahogo que no operen libremente.
Semanal	Desmontar el filtro de aire y carcasa para limpiarlos.

Actividades programadas:

Mensual	Revisar fugas de aire en las juntas mientras el compresor está apagado con el tanque lleno.
Mensual	Revisar el apriete de tornillos y pernos. Volver a apretar si es necesario.
Mensual	Limpiar el exterior.
Mensual	Verificar el estado de las correas.
Mensual	Verificar el consumo del motor con carga y en vacío.
Trimestral	Cambiar el aceite.
Semestral	Cambiar el filtro de aire.
Anual	Desmontar motor, cambiar rodamientos, verificar alineación de eje, barnizar el embobinado, revisar estado de ventilador.
Anual	Cambiar correas.
Anual	Verificar estado de poleas conductora y conducida (canales, cuñeros y chavetas).
Anual	Revisar estado de la bornera y contacto. Si se encuentra sulfatados o en regular estado, sustituir.
Anual	Desmontar tapa trasera motor, limpiar tapa y ventilador.

CORTADORA DE CINTA SIN FIN:

Actividades para el cuidado básico del equipo:

Diario	Remover toda viruta de la maquina (preferiblemente con un paño no fibroso).
Diario	Vaciar la gaveta de la viruta.
Diario	Subir el nivel de lubricante/refrigerante al optimo.
Diario	Revisar el estado de la hoja y reemplace si es necesario.
Diario	Revise la escobilla de limpieza de la hoja, limpie y cambie de sitio; si está consumido, reemplace.
Diario	Disminuir la tensión de la hoja a 550kg al final del día para evitar la deformación innecesaria y dañina de la herramienta.
Semanal	Limpie la mordaza y lubrique todas las juntas y superficies deslizantes con un aceite de buena calidad

Actividades programadas:

Mensual	Revisar la ortogonalidad de la hoja respecto al brazo de descanso de la pieza de trabajo.
Mensual	Revisar el apriete de tornillos y pernos. Volver a apretar si es necesario.
Mensual	Revisar que la muesca de 0° en la mesa de trabajo esté en línea con el graduador de la mesa giratoria.
Mensual	Revise la precisión de los stop izquierdos y derechos.
Mensual	Limpie completamente el fondo del tanque de agua y el filtro de la bomba.
Mensual	Verificar el consumo del motor.

6. FORMATOS PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO

Para que se pueda realizar un buen programa de mantenimiento, es preciso contar con herramientas que ayuden a diligenciar toda la información que se maneja en un programa de mantenimiento.

Es por esto que se han desarrollado varios formatos, para documentar las inspecciones, solicitudes de mantenimiento, ordenes de trabajo y control del mantenimiento.

6.1 INSPECCION DE EQUIPOS

En el desempeño diario de los operarios, se encuentran las tareas de inspecciones periódicas a los equipos, ya que estas hacen parte de las tareas que conforman las “actividades para el cuidado básico del equipo”.

El operario debe documentar cualquier defecto o anomalía que se presente en el equipo, ya sea antes, durante o después de su jornada laboral. Posterior a esto, dicho informe deberá suministrarse, ya sea al Jefe de Producción o al encargado de mantenimiento, para que se puedan tomar las medidas pertinentes del caso.

Efectuada una inspección, la siguiente normalmente contiene las tareas de la primera y algunas más. y así hasta llegar a la más compleja y a partir de la siguiente se empieza nuevamente por la primera repitiéndose el ciclo.

Sin embargo, a pesar de que la inspección se realice en forma perfecta, debido a los desgastes, el rendimiento se irá degradando.

Se agrega a continuación un nuevo concepto de la aplicación de la variable de control en las inspecciones. Un equipo se somete al mantenimiento preventivo pues ha funcionado, ha gastado horas, ha envejecido y por ende se producen desgastes y degradación del rendimiento, que hacen que se acerque a la etapa de vida en que aumenta la probabilidad de falla, pero muchos equipos pueden sufrir alteraciones en su capacidad de funcionamiento por el hecho de permanecer inactivos, un ejemplo sería la oxidación del lubricante.

Ver Formato de Inspección en Anexo B.

6.2 SOLICITUD DE ÓRDENES DE TRABAJO

Una vez terminado el proceso de inspección, y se han encontrado una falla o daño en el equipo, se prosigue a diligenciar un formato donde se especifique y describa el trabajo solicitado, para que de esta manera se pueda generar una orden de trabajo.

Ver formato de Solicitud de Orden de Trabajo en Anexo C.

6.3 ORDENES DE TRABAJO

Este es el formato que se utiliza para llevar a cabo los trabajos que se describen en la solicitud de orden de trabajo. Esta debe contener el nombre y código del equipo a intervenir, el nombre de la persona encargada del trabajo, una descripción del trabajo a realizar, la cantidad de horas hombre pronosticada para

el trabajo, los repuestos y herramientas a utilizar, las medidas de seguridad que se deben tomar y hasta nombre de normas y estándares relacionados con el trabajo.

Ver formato de orden de trabajo en Anexo D.

6.4 CONTROL DEL MANTENIMIENTO

Luego de realizada la orden de trabajo, el encargado de recibir el equipo debe realizar una inspección para controlar que el mantenimiento se hizo correctamente. En este formato se debe contener el nombre de la persona responsable del mantenimiento, el nombre de la persona que recibe el equipo, fecha y hora de entrega, y la evaluación de la persona que recibe el equipo.

Ver formato de Control de Mantenimiento en Anexo E.

7. SUGERENCIAS PARA MEJORAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA

- Implementar políticas en la empresa que favorezcan al desarrollo de un Departamento de Mantenimiento, y que además se integre y trabaje en conjunto con todos las áreas de la empresa.
- Concientizar a los operarios de que el buen mantenimiento de los equipos es tarea de todos, y que éste desempeña un papel importante en el cuidado básico del equipo.
- Desarrollar un plan óptimo de inventario de los repuestos y herramientas para la ejecución de las tareas de mantenimiento.
- Implementar un sistema de información de mantenimiento, para de esta forma poder llevar un mantenimiento mas organizado.
- Llevar un control de fallas e incidentes para todos los equipos, los cuales deben ir incluidos en las hojas de vida.
- La empresa debe de hacer un análisis de cual son las tareas que se van a realizar por cuenta propia, y cuales serán contratadas, teniendo en cuenta que esta decisión debe tomarse como resulte mas conveniente para la empresa.
- Llevar unos indicadores de mantenimiento, para así poder evaluarse y compararse con otras empresas, para de esta forma poder ir mejorando continuamente.

- El programa de mantenimiento debe retroalimentarse y actualizarse, para de esta forma poder llegar a determinar una frecuencia óptima de mantenimiento de los equipos. A continuación se explica el método para realizar esto.

7.1 DETERMINACION DE LA FRECUENCIA ÓPTIMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los programas de Mantenimiento, inicialmente fueron realizados en base a recomendaciones de los fabricantes del equipo, donde de antemano, se aseguraban en muchas ocasiones de no correr ningún riesgo de falla, protegiendo la garantía, a costa de incrementar la frecuencia de mantenimiento.

Con el tiempo dichos programas en algunos casos se han mejorado con la experiencia del personal, también se han mejorado los métodos de trabajo, el personal tiene mayor experiencia, se han sustituido o modernizado los equipos, el desempeño del equipo es satisfactorio y los objetivos en los índices de mantenimiento son ya fácilmente alcanzables, por lo tanto adecuar las frecuencias de mantenimiento del equipo a las condiciones actuales es ya requerido.

OBJETIVO

Determinar las frecuencias óptimas de Mantenimiento Preventivo sin riesgo alguno para el equipo, tanto en su desempeño como en la calidad de los trabajos, ofreciendo mayor disponibilidad a la operación y consecuente reducción de los costos de mantenimiento al optimizar las intervenciones requeridas de mantenimiento preventivo por los equipos.

Para esto se aplican conceptos del Mantenimiento Predictivo y del Mantenimiento Preventivo.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

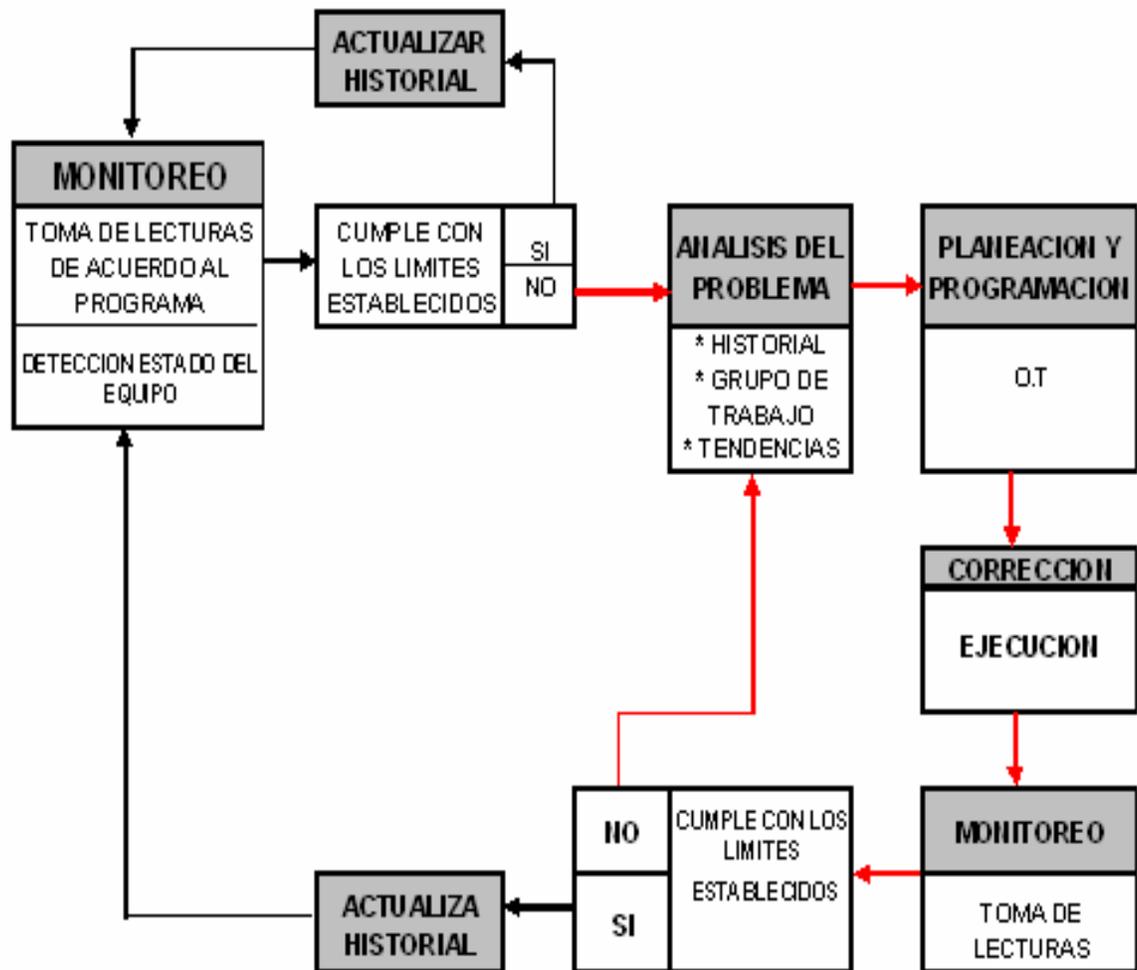
DEFINICION

Mantenimiento Predictivo: Es la aplicación de la tecnología en el proceso de detección temprana para verificar y detectar cambios de condiciones lo que permite intervenciones más oportunas y precisas.

OBJETIVOS

- Detectar condiciones del equipo sin pérdida de tiempo, reduciendo los paros del mantenimiento tradicional (como el M.P, de abrir para inspeccionar).
- Monitorear y hacer seguimiento al comportamiento y tendencia del equipo detectado con problemas, para que este siga trabajando sin riesgo para la operación, el equipo y el personal y llevarlo a una reparación planeada.
- Reducir los costos debido al uso máximo de los componentes que son diseñados para el desgaste y no a un cambio en una fecha determinada.
- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad del equipo.

Ciclo del Mantenimiento Predictivo



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DEFINICION

Son actividades ejecutadas para prevenir y detectar condiciones que lleven a interrupciones de la producción, averías y deterioro acelerado del equipo, ejecutadas en un paro programado basado en un análisis cíclico.

La insuficiencia o el exceso de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos tendrá consecuencias negativas que afectaran tanto a disponibilidad de los mismos como a la confiabilidad en la operación, por lo anterior es de vital importancia determinar la frecuencia optima de Mantenimiento a los equipos y evitar caer en un sub-mantenimiento o en un sobre-mantenimiento que en ambos casos reflejan altos costos y baja disponibilidad como se indica a continuación

SUB-MANTENIMIENTO

(BAJO MANTENIMIENTO)

Bajo costo de mantenimiento preventivo.

Alto costo de mantenimiento correctivo.

Perdidas productivas por baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo.

Alto costo por consumo e inventario de refacciones.

SOBRE-MANTENIMIENTO

(EXCESO DE MANTENIMIENTO)

Alto costo de mantenimiento preventivo

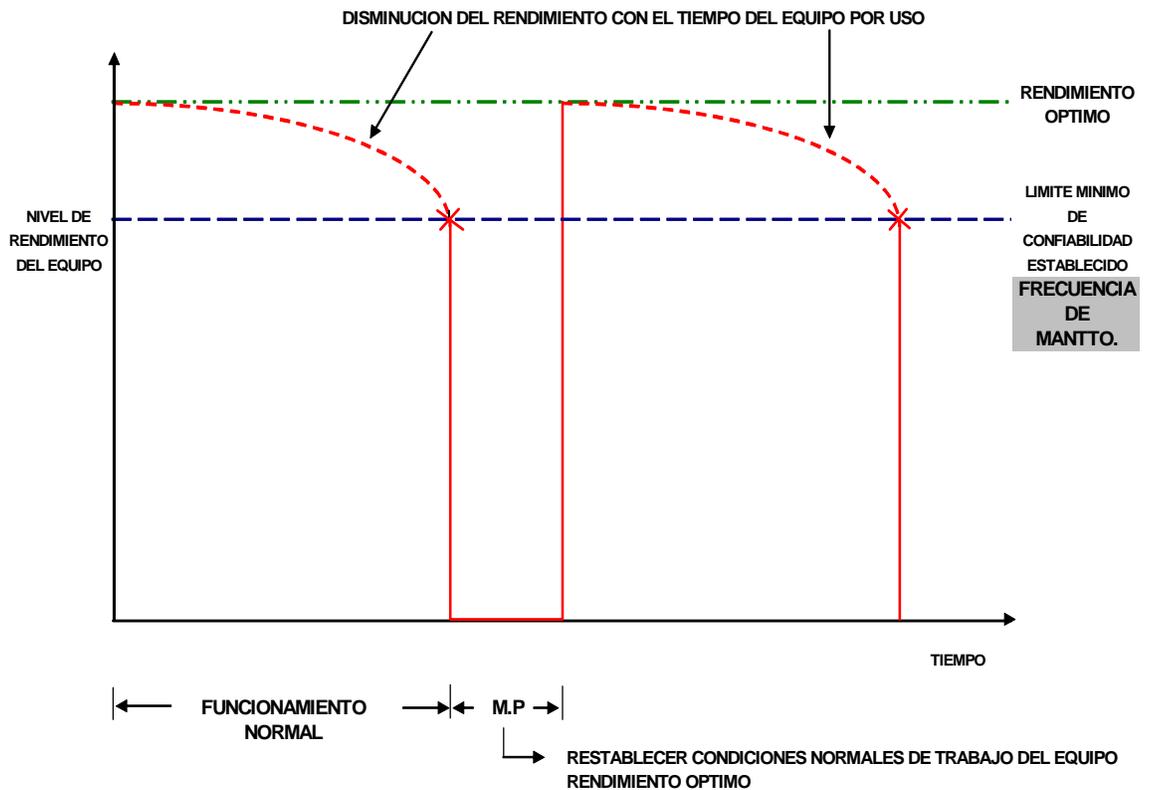
Bajo costo de mantenimiento correctivo

Perdidas productivas por baja disponibilidad debido al exceso de paros programados de mantenimiento al equipo.

Alto costo por consumo e inventario de refacciones.

Formar los grupos de trabajo el cual estará constituido con personal de mantenimiento

CICLO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO



7.2 METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA FRECUENCIA ÓPTIMA DE MANTENIMIENTO

PASO 1

Difusión del Programa de Trabajo

Difundir, explicar, aclarar y mostrar a la gerencia y al departamento de mantenimiento los objetivos de este trabajo así como el procedimiento a utilizar.

PASO 2

Recopilar Información

Recopilar el programa maestro actualizado de mantenimiento preventivo tanto de servicio como de inspección.

Recopilar el programa maestro de mantenimiento predictivo.

Recopilar la copia del programa mensual de mantenimiento.

Recopilar el programa anual de paros de mantenimiento.

PASO 3

Seleccionar los Equipos

El grupo de trabajo seleccionará el equipo ó equipos a los que se les revisara su frecuencia de Mantenimiento, ejemplos para realizar la selección:

Equipos críticos para la operación de la planta.

Equipos con mayor frecuencia de falla y demoras acumuladas.

Equipos con mayor frecuencia de mantenimiento ó con paros programados más frecuentes.

PASO 4

Recopilar Información de los Equipos Seleccionados

Demoras: Demoras (fallas) de los equipos ocasionadas por Mantenimiento.

Historial de Equipo: Verificar historial existente y complementarlo con los datos existentes en el área.

Protocolos de Pruebas: Registros de parámetros que nos indiquen en qué condiciones se encuentran los equipos y cuál es su comportamiento y sus tendencias.

Métodos de Trabajo: Verificar la existencia de métodos de trabajo

Modificaciones: Verificar que las modificaciones realizadas a los equipos estén documentadas.

PASO 5

Análisis de la Información Recopilada

Con el grupo de trabajo, revisar y analizar la información recopilada, determinar las causas de las desviaciones presentadas en los equipos así como su comportamiento, elaborar reporte y conclusiones.

Programas de Mantenimiento

Verificar cumplimientos de ejecución y las frecuencias de actividades programadas y paros de Mantenimiento, analizar las desviaciones presentadas.

Demoras

Determinar y agrupar las demoras por tipo de causa y especialidad, analizar y determinar las causas que las están provocando.

Historial de Equipo

Identificar y agrupar la información para que nos permita conocer cuál a sido el comportamiento del equipo.

Protocolo de Pruebas

Verificar el estado del equipo de acuerdo a sus parámetros de control, complementar pruebas faltantes y establecer formatos estándar.

Métodos de Trabajo

Analizar el contenido de los métodos de trabajo, verificar que estén incluidas todas las actividades que se debieron de realizar para garantizar el funcionamiento del equipo, mínimo hasta la próxima intervención programada. Para esto se debe conocer cuales partes de los equipos pueden fallar, así como que tipo de falla se puede presentar, para así poder tomar las medidas necesarias para que esto no ocurra.

Modificaciones

Analizar y comparar los resultados que se tuvieron con las modificaciones realizadas con el desempeño que se tenía anteriormente, ¿Son mejores?, ¿Sigue igual?, ó empeoró.

Determinar

Tiempos Promedio entre fallas = Horas Operadas / Numero de Fallas

Parámetro fundamental para determinar la frecuencia de Mantenimiento.

Método de Trabajo: Verificar que todas las actividades contempladas dentro del procedimiento de trabajo sean realizadas, así mismo observar que no existan dificultades en la interpretación y ejecución de los trabajos señalados.

Equipo: Analizar y determinar de acuerdo a lo observado, el estado en el que se encontró el equipo:

a.- Requiere mantenimiento inmediato,

b.- Puede seguir trabajando en condiciones normales y confiables.

¿Por cuanto tiempo mas?,

¿Bajo que condiciones?

PASO 6

Observar Funcionamiento de los Equipos Durante la Operación

Realizar inspección del equipo durante la operación, verificar aplicación de los métodos de trabajo para las inspecciones, analizar los datos de los parámetros medidos, analizar el estado del equipo y área donde se encuentra. Verificar posibles puntos potenciales de falla.

PASO 7

Análisis de la Información Recopilada

Con el grupo de trabajo revisar y analizar la información recopilada, determinar las causas de las desviaciones presentadas en los equipos así como su comportamiento, elaborar reporte y conclusiones

Métodos De Trabajo: Analizar el contenido y aplicación de los métodos de trabajo, verificar que estén incluidos todas las actividades que se deben revisar para garantizar el funcionamiento del equipo, mínimo hasta la próxima intervención programada, (Para esto debemos conocer cuales partes de los equipos pueden fallar para tomar las medidas necesarias para que esto no ocurra).

Demoras: Revisar las demoras presentadas en los equipos y verificar que en los métodos de trabajo establecidos estén contempladas las actividades que nos pudieron evitar o prevenir la falla ocurrida.

El grupo de trabajo decidirá cuantas observaciones se realizaran para garantizar que lo observado sea representativo

PASO 8

Observar Equipo Durante los Paros de Mantenimiento

Mantenimiento Predictivo

Determinar la factibilidad de aplicar las técnicas disponibles del Mantenimiento Predictivo al equipo (Análisis de Vibraciones, termografía, Análisis de Aceite y Alineación con rayos Láser) para que sea este el que determine su mantenimiento y no en base a una fecha determinada

Mantenimiento Proactivo

Implementar una estrategia Proactiva, esta estrategia está dirigida a localizar las causas de falla ó controlarlas de tal manera que el efecto de estas causas no se presente, enfocado a ampliar la vida del equipo.

Si se determina cuales son las causas básicas que están provocando la fallas de los equipos ó sus componentes se puede encontrar la solución más eficaz para que estas fallas no se vuelvan a presentar y consecuentemente ese estará en la posibilidad de aplicar el Mantenimiento Preventivo en un periodo mayor al que actualmente tiene ya que las causas que están provocando su falla son ya conocidas y por lo tanto se tomaran las acciones correspondientes para que estas no se presenten y por lo tanto el equipo podrá trabajar con confiabilidad por un periodo mayor.

PASO 9

Análisis de la Información Recopilada

Con el grupo de trabajo revisar y analizar la información recopilada, determinar las causas de las desviaciones presentadas en los equipos así como su comportamiento, elaborar reporte y conclusiones.

Demoras: Revisar las demoras presentadas en los equipos y verificar que en los métodos de trabajo establecidos estén contempladas las actividades que nos pudieron evitar o prevenir la falla, determinar las causas que las están provocando.

Equipos: Hacer un estudio detallado de las anomalías encontradas.

Con base a las observaciones realizadas al equipo trabajando (inspecciones) y durante el mantenimiento (servicio), analizar qué fallas ó daños se detectaron y cuales pudieron ser las causas que lo ocasionaron.

El grupo de trabajo decidirá cuantas observaciones se realizaran para garantizar que lo observado sea representativo.

PASO 10

Desarrollar el Mantenimiento Predictivo/Proactivo

Mano de Obra: De acuerdo a lo observado en la aplicación de los métodos de trabajo en las actividades de mantenimiento, determinar la necesidad de capacitación ó actualización del personal.

Equipo: De acuerdo al desempeño observado en el funcionamiento del equipo así como en el análisis de fallas ocurridas y su historial, determinar que cambios, modificaciones o sustituciones hay que realizar para mejorar la confiabilidad operativa del equipo.

Actividad desarrollada y discutida con el grupo de trabajo.

PASO 11

Presentar las Modificaciones Requeridas para Prolongar las Frecuencias de Intervención del Equipo de Manera Confiable

Método De Trabajo: Revisar, analizar y modificar si es requerido, el contenido del método actual, complementarlo con las actividades faltantes para garantizar un desempeño confiable hasta la próxima intervención y eliminar actividades innecesarias que solamente consuma recursos.

El seguimiento deberá ser con Inspecciones durante la operación y los paros de Mantenimiento del equipo, por un periodo que nos garantice e indique que la decisión tomada fue la correcta.

PASO 12

Proponer la Nueva Frecuencia de Mantenimiento

De acuerdo al análisis realizado y a las modificaciones, adecuaciones ó actualizaciones ya sea de los Métodos de Trabajo, al Equipo mismo ó a la calidad de la Mano de Obra, proponer la nueva frecuencia de mantenimiento, sin riesgo en la calidad del trabajo y la confiabilidad del equipo. Tomar en cuenta para determinar la nueva frecuencia El Tiempo Promedio de Falla actual.

Donde proceda, de acuerdo al análisis realizado, incorporar el mantenimiento predictivo como complemento del preventivo, para que sea el estado del equipo el que determine su intervención.

PASO 13

Evaluar los Resultados

De acuerdo al seguimiento realizado al comportamiento del equipo con la nueva frecuencia de Mantenimiento Preventivo, determinar si se están logrando los objetivos trazados, si no, corregir las desviaciones que están provocando que el equipo no tenga un desempeño aceptable.

REQUISITO

Para el logro del objetivo, es fundamental la plena participación y apoyo de la dirección general, así como la colaboración y disposición del departamento de mantenimiento.

PASO 14

Implantar la Nueva Frecuencia

Después de haber comprobado que los cambios en la frecuencia de intervención no afecta el desempeño del equipo, actualizar Programa_Maestro con la nueva frecuencia de Mantenimiento Preventivo.

Ver Determinación de Frecuencia Óptima en anexo F.

CONCLUSIONES

- El segundo parámetro que más gastos representan para las empresas es el Mantenimiento, y en el Mantenimiento si las frecuencias de los programas no se determinan adecuadamente, fácilmente se caerá en un exceso de intervenciones que son recursos desperdiciados, de ahí que la mejora continua debiera ser parte de la Política de una empresa.
- Para poder llegar a desarrollar un Programa de Mantenimiento de cualquier tipo, es vital la correcta documentación sobre los equipos en cuestión.
- No es posible saber cual de los tipos de mantenimiento es el ideal, ya que todos presentan sus ventajas y desventajas, además de esto se deben tener en cuenta muchas variables importantes como, el nivel de confiabilidad requerido, la capacidad económica de la empresa, la facilidad para poder detener los equipos sin que se afecte todo el proceso productivo, la capacidad para mantener repuestos en stock. Esto hace que no exista una estrategia ideal general, sino una en particular para cada empresa.
- El mantenimiento no es una ciencia en reposo, sino que va cambiando constantemente, desarrollando nuevas teorías, conceptos y estrategias, que van haciendo del mantenimiento una herramienta primordial para la vida del hombre, así como lo ha sido desde los inicios de la humanidad.
- El mejor mantenimiento es el que aplica el mismo operador en su rutina diaria, conservando el equipo en condiciones optimas de operación. Es por

esto el cuidado de la máquina es responsabilidad de todos, no solo del departamento de mantenimiento.

- Un programa de mantenimiento maneja una gran cantidad de información, la cual es muy complicado de administrar sin la ayuda de un sistema de información de mantenimiento.
- La codificación de equipos es una herramienta fundamental que nos permite identificar los activos dentro de una empresa con mucha más facilidad.
- El mantenimiento debe ser un compromiso de todos los escalafones de la compañía, y es deber de la gerencia desarrollar políticas que favorezcan al departamento del mantenimiento, ya que este influye directamente con todas las demás áreas de la compañía.
- Cada empresa debe definir hasta que nivel del mantenimiento esta dispuesta realizar por cuenta propia, y cuales tareas serán contratadas, teniendo en cuenta lo que considere mas eficiente y económicamente aceptable, aunque viendo que hoy en día es cada vez mas común el uso de terceros para las labores de mantenimiento.
- Una buena programación de la empresa en lo que respecta a tiempo de paradas de planta, repuestos, materiales y herramientas, es indispensable para el buen desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo.

GLOSARIO

Ciclo de Vida	Plazo de tiempo durante el cual un Ítem conserva su capacidad de utilización. El periodo va desde su compra hasta que es substituido o es objeto de restauración.
Coste del Ciclo de Vida	Coste total de un Ítem a lo largo de su vida, incluyendo los gastos de compra, Operaciones de Mantenimiento, mejora, reforma y retirada.
Confiabilidad/ Reliability	Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente.
Defecto	Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.
Disponibilidad / Availability	La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad de un Ítem no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar.
Ergonomía	Propiedad por la cual, algo es cómodo de utilizar, adaptándose al usuario.
Factor de Utilización	Relación entre el Tiempo de Operación de un Ítem y su Tiempo Disponible.
GMAO	Siglas de: Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador. Programa y/o sistema informático que facilita todas las herramientas necesarias para la Gestión del Mantenimiento Industrial en una Planta productiva.
Indisponibilidad	Del equipo- Relación expresada en porcentaje %, entre el T. de Mantenimiento en Parada y la suma del T. de Operación + el T. de Mantenimiento en Parada.
Informe de Trabajo	Comunicación escrita informando del trabajo realizado y del estado en que queda el Ítem objeto de una intervención de mantenimiento o reparación.
Ingeniería de Mantenimiento	Organismo consultivo que constituye el sistema de control de la dirección de Mantenimiento para corregir y mejorar su gestión. Su tarea es perfeccionar la organización y los métodos y procedimientos de trabajo, favoreciendo la implantación de una más adecuada Política de Mantenimiento.
Inspección	Tareas/Servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizados por la alta frecuencia y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos de medición electrónica, térmica y/o los

	sentidos humanos, normalmente sin provocar indisponibilidad del equipo.
JIT - Just In Time	Sistema de distribución de partes, accesorios, etc JUSTO A TIEMPO, por el que la distribución se realiza en pequeñas cantidades o lotes, en función de la programación previa de la producción
Lubricación	Servicios de Mantenimiento Preventivo, donde se realizan adiciones, cambios, y análisis de lubricantes.
Mantenibilidad	Probabilidad y/o facilidad de devolver un equipo a condiciones operativas, en un cierto tiempo y utilizando los procedimientos prescritos.
Mantenimiento	Tareas necesarias para que un equipo sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.
Mantenimiento correctivo	Tareas de reparación de equipos o componentes averiados
Mantenimiento predictivo	Tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, que determinen el punto exacto de su sustitución.
Mantenimiento preventivo	Tareas de inspección, control y conservación de un equipo/componente con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.
Mantenimiento selectivo	Servicios de cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.
Mantenimiento en Parada	Tareas de Mantenimiento que solamente pueden realizarse cuando el Ítem está parado y/o fuera de servicio.
Orden de Trabajo	Instrucción detallada y escrita que define el trabajo que debe realizarse por la organización de Mantenimiento en la Planta.
Plan de Mantenimiento	Relación detalla de las actuaciones de Mantenimiento que necesita un Ítem o elemento y de los intervalos temporales con que deben efectuarse.
Parada General	Situación de un conjunto de Ítems a los que se efectúa periódicamente revisiones y/o reparaciones concentradas y programadas en un determinado período de tiempo
Soportabilidad	. Calidad de poder atender una determinada solicitud de mantenimiento en el tiempo de espera prefijado y bajo las condiciones previstas.

Tiempo Medio entre Fallas Ingles: MTBF	Intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.
TPPR Tiempo Promedio para Reparar. Ingles: MTTR	Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad.

BIBLIOGRAFIA

- Documentos del Minor en Mantenimiento Industrial.
- Catálogos y manuales de equipos de la empresa técnicas metalmecánica del caribe.
- Tesis y monografías de la biblioteca de la universidad tecnológica de bolívar.
- ORDOÑEZ RUBIO, Luís Alberto. Principios de Mantenimiento. Cartagena de Indias. 2000.
- SWARD, Knut. Mantenimiento de las maquinas herramientas. Barcelona. 1972.
- TAMAYO DOMINGUEZ, Carlos Mario. Organizaciones de Mantenimiento. UTB – UIS. 2000.
- TAMAYO DOMINGUEZ, Carlos Mario. Mantenimiento Preventivo. UTB – UIS. 2000.
- ZAPATA, Lucía. Manual de herramientas y Manteniendo. Cartagena de Indias. UTB. 1986.
- www.aciem.org
- www.solomantenimiento.com

ANEXOS

ANEXO C

FORMATO SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO:

LOGO DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

Nº DE SOLICITUD:

SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO

Nombre del solicitante:	
--------------------------------	--

Fecha de solicitud:	
----------------------------	--

Nombre del Equipo	
Código del Equipo	
Ubicación del Equipo:	

Descripción del Trabajo:

ANEXO D

FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO:

LOGO DE LA EMPRESA	NOMBRE DE LA EMPRESA	Nº DE ORDEN:
ORDEN DE TRABAJO		
Nombre del Solicitante:		Fecha de Solicitud:
Nombre del Responsable:		
Nombre del Equipo		Fecha de Culminación:
Código del Equipo		
Ubicación del Equipo:		Horas Hombre Requeridas:
Descripción del Trabajo:		Herramientas y Repuestos:
Procedimientos:		Medidas de Seguridad:
		Normas y Estándares:

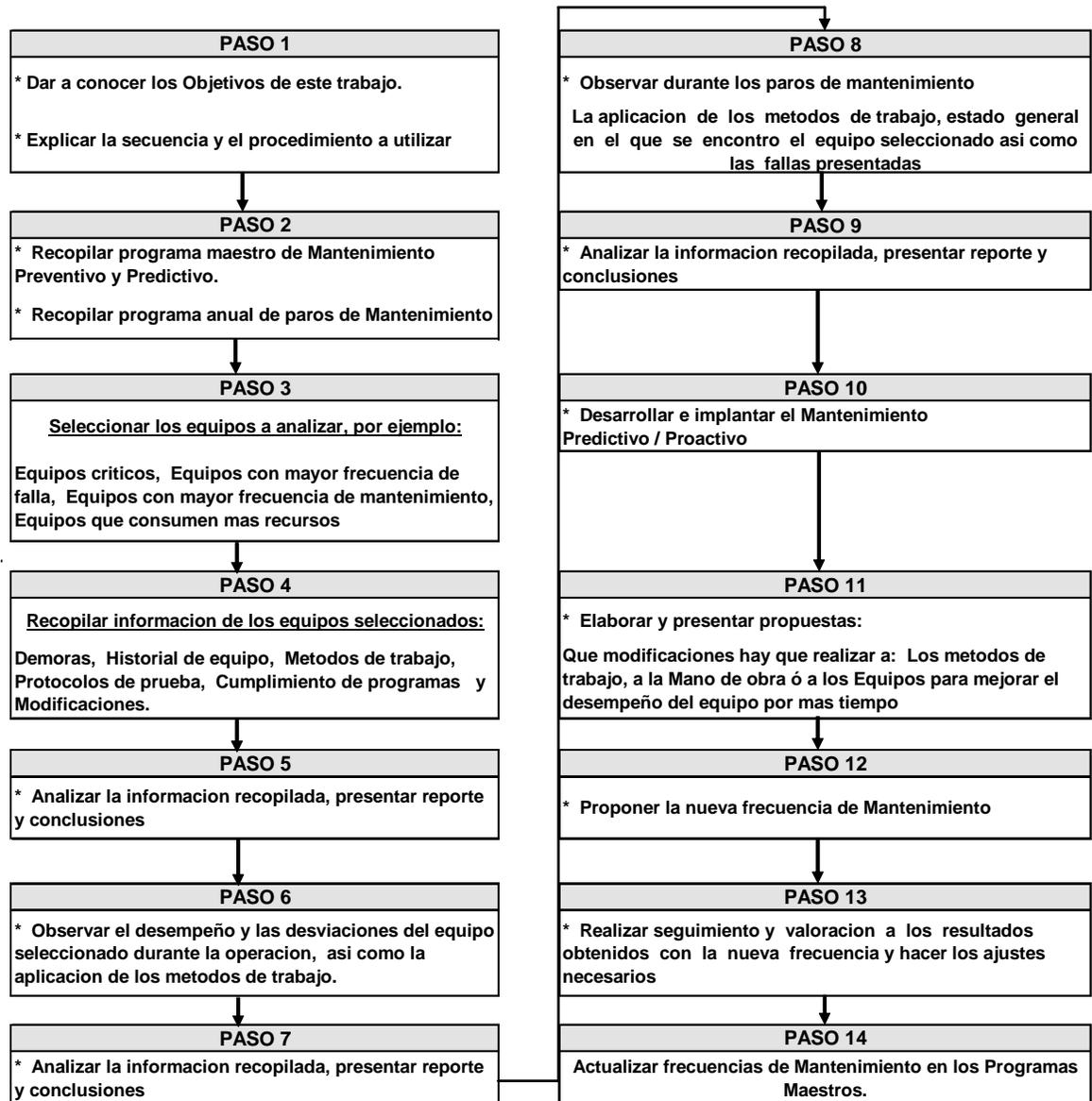
ANEXO E FORMATO DE CONTROL DE MANTENIMIENTO:

LOGO DE LA EMPRESA	NOMBRE DE LA EMPRESA	Nº DE CONTROL:
FORMATO DE CONTROL		
Nombre del Responsable del Mantenimiento:		Fecha de Entrega:
Nombre del Controlador:		
Nombre del Equipo		Hora de Entrega:
Código del Equipo		
Ubicación del Equipo:		
Descripción del Mantenimiento:	Evaluación de Control:	
Observaciones:		

ANEXO F

DETERMINACION DE FRECUENCIA ÓPTIMA:

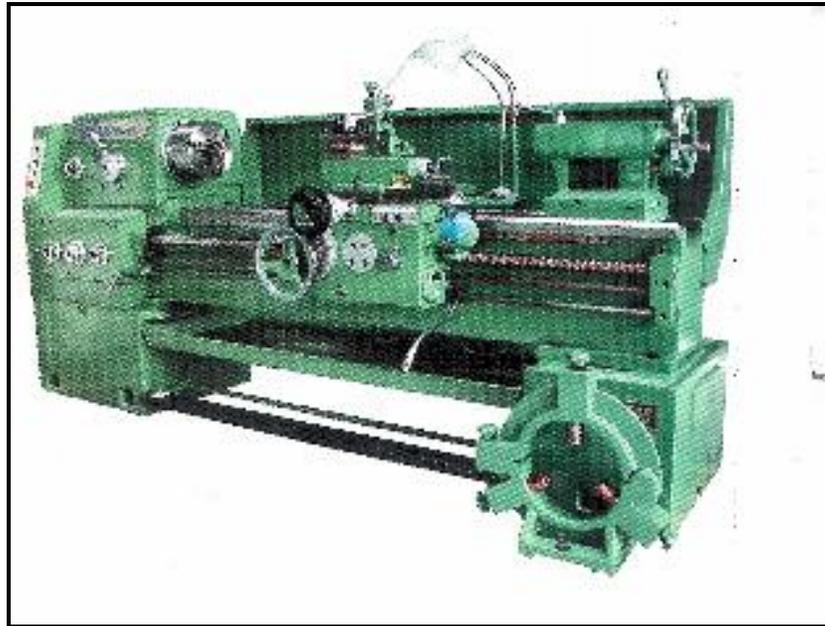
METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA FRECUENCIA OPTIMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



ANEXO G

EQUIPO PARA MAQUINAR:

TN-01



TN-02

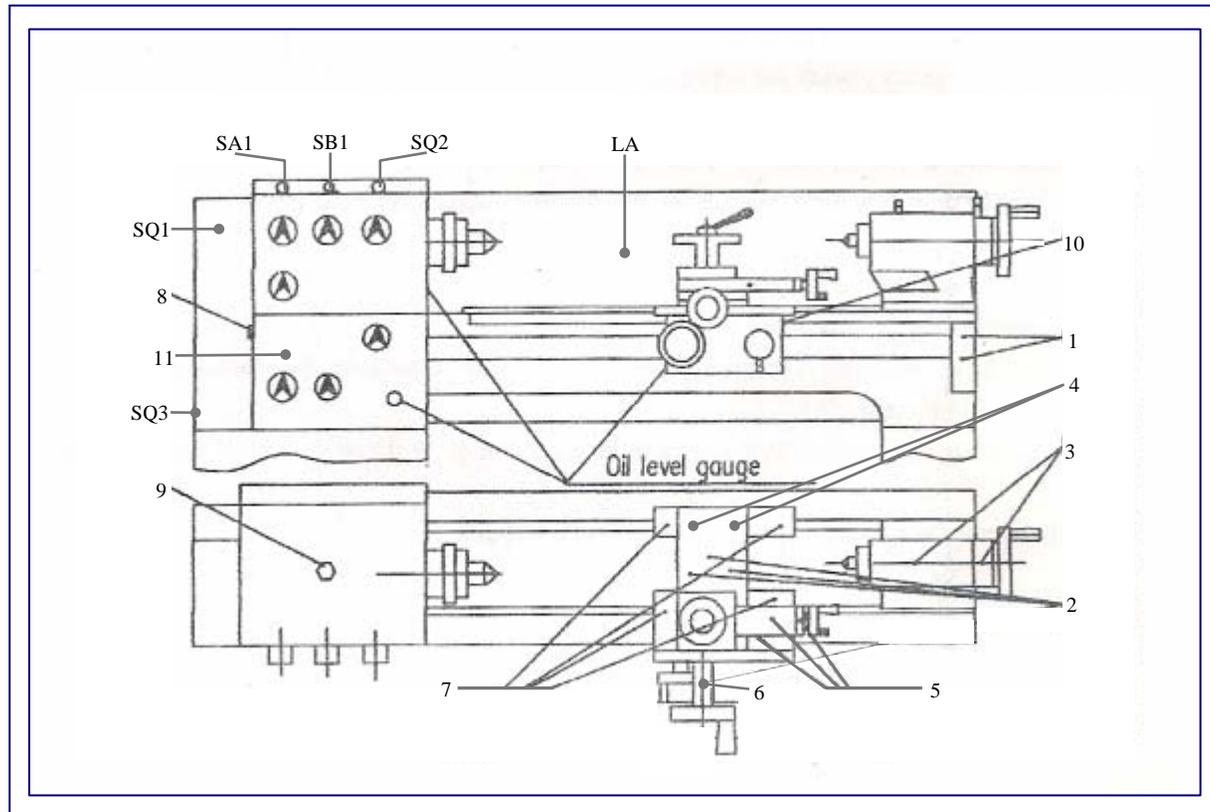


ANEXO H

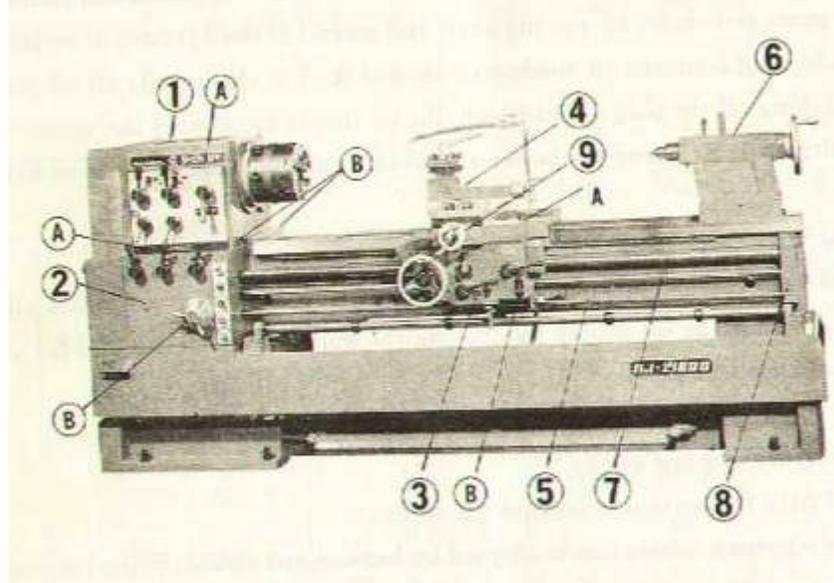
LUBRICACION TORNO WINSTON:

TORNO PARALELO WINSTON TN-02

Puntos de Lubricación y Listado Eléctrico



PUNTOS DE LUBRICACIÓN



No	Punto de lubricación	Método de llenado	Método de lubricación	Cantidad de aceite	Tipo de aceite	Frecuencia de inspección
1	Caja de velocidades	Llenado por el tapón superior de la caja de velocidades	Automático	Hasta el nivel mostrado en la mirilla	Mobil DYE 20	Rellenar bimestralmente – cambiar totalmente cada año
2	Caja de avances	Llenado por el tapón superior de la caja de avances	Automático	Hasta el nivel mostrado en la mirilla	Mobil Vactra No. 2	Rellenar mensualmente – cambiar totalmente cada año

3	Coche longitudinal	Llenado por el tapón superior del coche	Automático	Hasta el nivel mostrado en la mirilla	Mobil Vactra No. 2	Rellenar periódicamente
4	Coche superior	Usar aceitera	Operación manual		Mobil Vactra No. 2	Diariamente
5	Barra de encendido	Usar aceitera	Operación manual		Mobil Vactra No. 2	Diariamente
6	Contra punta	Usar aceitera	Operación manual		Mobil Vactra No. 2	Diariamente
7	Barras de avances	Usar aceitera	Operación manual		Mobil Vactra No. 2	Diariamente
8	Deposito rodamientos barras de avance	Usar aceitera	Operación manual		Mobil Vactra No. 2	Diariamente
9	Bancada	Depósito del coche longitudinal	Operación manual		Mobil Vactra No. 2	Diariamente

ANEXO I

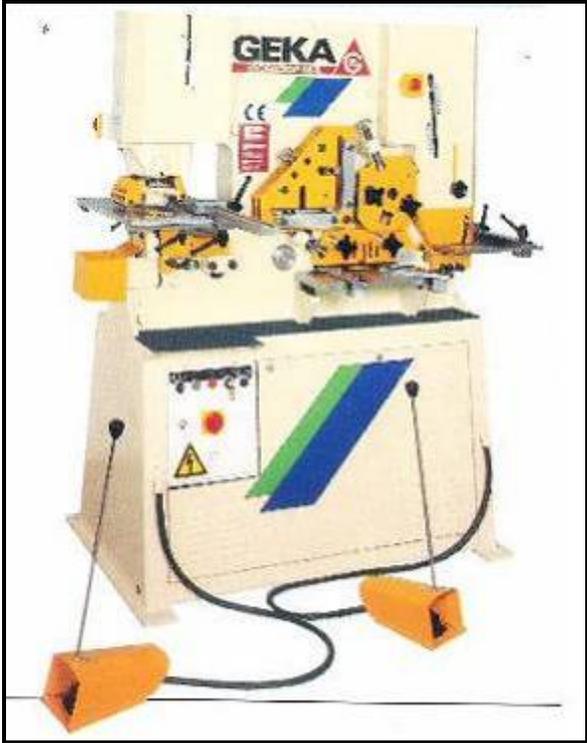
EQUIPOS PARA SOLDAR:



ANEXO J

EQUIPOS PARA PERFORAR:

PZ-01



PZ-02



ANEXO K

EQUIPOS PARA CORTAR:

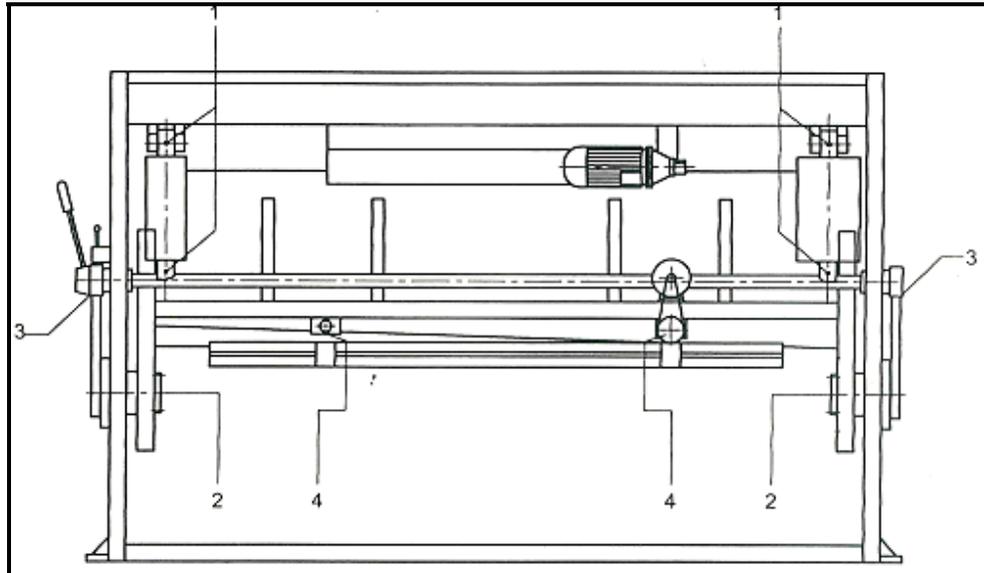
CC-01



CH-01



ANEXO L DIAGRAMA DE ENGRASE DE LA CORTADORA HIDRAULICA:



NO.	CANT.	LUGAR EN MAQUINA	TIEMPO	TIPO ACEITE
1	4	Articulaciones de cilindro	Una vez al mes	Mobil Special
2	2	Perno sistema excentrico	" "	" "
3	2	Engranje gorrón-Engranaje indico	" "	" "
4	2	Eje con tuerca del soporte trasero	" "	" "

**ANEXO M EQUIPO DE DOBLEZ:
DH-01**



