



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO**

**ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA LINEA DE TORNOS CONVENCIONALES DE LA EMPRESA
MAQUINADOS PRECISOS**

PRESENTADO POR

Ing. Raúl Eduardo Loarca Velásquez

Guatemala, abril de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA LÍNEA DE TORNOS CONVENCIONALES DE LA EMPRESA
MAQUINADOS PRECISOS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

ING. RAÚL EDUARDO LOARCA VELÁSQUEZ

GUATEMALA, ABRIL DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga.	Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga.	Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing.	Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br.	Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br.	Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga.	Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing.	Murphy Olympo Paíz Recinos
EXAMINADOR:	Ing.	Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR:	Ing.	José Arturo Estrada Martínez
EXAMINADOR:	Ing.	Otto Fernando Andrino González
SECRETARIA:	Inga.	Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA LINEA DE TORNOS CONVENCIONALES DE LA EMPRESA
MAQUINADOS PRECISOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 14 de marzo de 2007.

Ing. Raúl Eduardo Loarca Velásquez

RESÚMEN

El presente trabajo fortalece la gestión del mantenimiento de la micro y pequeña empresa de Guatemala y sirve de guía para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo a los equipos de producción.

Es una práctica común en Guatemala que los equipos se reparen hasta que éstos dejan de trabajar ocasionando pérdidas de tiempo y dinero. Actualmente Guatemala negoció el tratado de libre comercio con EE.UU., se firmó otro con México y otras regiones, esto hace necesario que la pequeña industria nacional profesionalice sus servicios.

Este trabajo se realizó en las instalaciones de la micro empresa Maquinados Precisos cuyas actividades se realizan en el campo metal-mecánico, el objetivo principal fue actualizar el programa de mantenimiento preventivo que se había diseñado anteriormente.

Esta empresa proporciona el servicio de maquinado de repuestos a varias empresas de prestigio del medio nacional que exportan, por lo tanto, el objetivo general, fue diseñar un plan de mantenimiento preventivo profesional, económico y que garantice la disponibilidad del equipo, para responder a las exigencias de los clientes.

Como objetivos específicos se consideraron los siguientes:

- Elevar la confiabilidad del equipo instalado, para evitar paros
- Incrementar la disponibilidad del equipo productivo
- Evitar retrasos en las órdenes de trabajo
- Obtener productos de manufactura de mejor calidad
- Mejorar las rutinas de mantenimiento preventivo
- Optimizar el costo-beneficio del mantenimiento preventivo

La implementación del programa de mantenimiento preventivo adecuado se traducirá en mayor tiempo de disponibilidad del equipo, mayor confiabilidad, eficiencia en la producción, excelente calidad y precisión en las piezas maquinadas. Esto se traducirá en mejores beneficios económicos para la empresa, mayor valor agregado al proceso de producción y elevar la moral del personal.

La metodología utilizada en este trabajo fue la sistematización de experiencias, la cual consiste en obtener conocimiento a partir de involucrarse en las experiencias diarias de los diversos procesos, observar la problemática, documenta, analiza, propone un nuevo método o procedimiento y luego publica el conocimiento.

Se consultó bibliografía para ampliar los conceptos de mantenimiento, los cuales se consignan en este trabajo como parte del marco teórico.

El programa de mantenimiento preventivo que se propone inicia con una recopilación exhaustiva de la información de los equipos de la línea de tornos convencionales de la empresa. Esta información no estaba clasificada en un 100%.

Se evaluó el programa anterior y fue necesario eliminar las rutinas preventivas semanales ya que eran repetitivas y antieconómicas. El programa de mantenimiento preventivo propuesto se definió con las rutinas de mantenimiento diario, mensual y anual. Se elaboraron todas las guías necesarias para efectuarlos y en el anexo queda una copia gráfica de las rutinas.

Se efectuó un análisis de costo beneficio del programa anterior vrs el programa propuesto, lográndose un ahorro de 33.4%, así mismo se definieron los índices de tiempo medio entre fallas y el de disponibilidad.

Se determinaron las siguientes conclusiones:

- Quedó actualizado el programa de mantenimiento preventivo, optimizando las rutinas y capacitando al personal operativo
- Se optimizó el costo del mantenimiento preventivo con un ahorro del 33% del costo del programa anterior
- La disponibilidad del equipo queda garantizada por la frecuencia de las rutinas diseñadas
- Se comprobó que el mantenimiento programado en ciertas ocasiones no se realizaba por responder a las demandas de producción
- Se evidenció que el personal operativo tenía carencias de información respecto al tema de lubricación
- Se comprobó la calidad del producto realizado con el equipo en funciones, haciendo mediciones en el producto terminado.
- Se capacitó al personal en las nuevas rutinas
- Se capacitó al personal en el tema de Seguridad e Higiene.

ÍNDICE GENERAL	PÁGINA
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Objetivos del trabajo	2
1.3.1 Objetivos general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación del trabajo	2
1.5 Alcance del trabajo	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Investigación de temas relacionados	5
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1 Principios de mantenimiento	7
3.1.1 Conservación	7
3.1.2 División de la conservación	7
3.1.3 Preservación	7
3.1.4 Preservación periódica	8
3.1.5 Preservación progresiva	8
3.1.6 Preservación total	9
3.1.7 Mantenimiento	9
3.1.8 Mantenimiento correctivo	10
3.1.9 Correctivo contingente	10
3.1.10 Correctivo programable	10
3.1.11 Mantenimiento preventivo	10
3.1.12 Mantenimiento predictivo	11
3.1.13 Mantenimiento periódico	11
3.1.14 Mantenimiento analítico	11
3.1.15 Mantenimiento progresivo	12
3.1.16 Mantenimiento técnico	12
3.1.17 Información técnica sobre tornos convencionales	12
3.1.17.1 Características principales y especificaciones	12
3.1.17.2 Listado de partes principales	13

3.1.17.3	Sistemas de lubricación	15
3.1.17.4	Sistemas de encendido, arranque y paro	16
4.	INVESTIGACIÓN PROPUESTA	18
4.1	Caracterización del sitio	18
4.2	Información disponible	21
4.3	Metodología	34
4.4	Resultados	36
4.4.1	Evaluación y desempeño del programa de mantenimiento propuesto	36
4.4.2	Programa de mantenimiento preventivo propuesto para tornos convencionales	37
4.4.2.1	Mantenimiento diario	37
4.4.2.2	Mantenimiento semanal (referencia)	40
4.4.2.3	Mantenimiento mensual	43
4.4.2.4	Mantenimiento anual	46
4.4.3	Guías para la realización del programa de mantenimiento preventivo	48
4.4.4	Estimación económica del programa de conservación actual, para rutinas a realizar dentro de la empresa	61
4.4.4.1	Análisis Costo Beneficio en función del mantenimiento diario rutinas actuales	61
4.4.4.2	Análisis Costo Beneficio en función del mantenimiento utilizando las rutinas propuestas del nuevo procedimiento	65
4.4.5	Índices de mantenimiento propuestos	69
4.5	Discusión de resultados	71
	CONCLUSIONES	76
	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFÍA	80
	ANEXOS	81

GLOSARIO

Bancada principal	Soporte principal dónde descansan los carros longitudinal y transversal de un torno de metales
Cabezal fijo	Base que soporta el cuerpo de rotación de un trono de metales
Carro principal	Es soporte que de desplaza a través de las guías del torno
Carro portaútil	Base móvil que soporta la herramienta cortante
Cabezal móvil	Base que soporta el peso en un extremo, de una pieza de trabajo. Se puede utilizar para soportar herramientas de corte
Husillo de roscar	Eje roscado patrón que posee el torno, sirve para maquinar una amplia gama de roscas. Estas pueden ser métricas o americanas
Husillo de cilindrar	Eje cilíndrico que transmite el movimiento del motor al carro principal
Husillo de giro	Eje hueco principal que soporta las piezas de trabajo
Mecanismo de avance	Este mecanismo está compuesto por palancas, sincronizadores y engranajes. Este mecanismo está diseñado para dar el movimiento de traslación del torno sobre sus guías
Motor	Elemento mecánico que da el movimiento rotativo al husillo de giro
Radio de volteo	Distancia que va del centro del husillo a las guías principales
Tercerización	Corriente administrativa que propone que ciertas actividades que se realizan en la empresa se pueden realizar por otras empresas que se especializan en esas labores, lo que en administración se conoce como subcontratar

1. Aspectos generales

1.1 Generalidades

La micro y mediana empresa del medio nacional no tiene cultura de ejecutar un plan de mantenimiento preventivo en los equipos productivos de las empresas. Es una práctica normal que los equipos se reparen hasta que éstos presentan fallas extremas, que conllevan a paros con las consiguientes pérdidas de tiempo y dinero.

Generalmente en estas empresas las políticas giran alrededor de la producción, y por este motivo no se le da importancia al mantenimiento preventivo, el cuál les puede ahorrar miles de quetzales.

Si estas empresas tuvieran la visión de implementar un plan de mantenimiento preventivo, la disponibilidad del equipo y la moral del personal aumentarían, los costos de reparaciones catastróficas y la presión por tener los equipos en operación disminuiría.

1.2 Planteamiento del problema

Maquinados precisos es una MYPIME orientada al área metal-mecánica, se fundó en el año 1,996 con el propietario al frente y sin operarios contratados. Inicialmente el radio de acción de trabajo de la empresa fue el perímetro del municipio de Villa Nueva, posteriormente incursionó el mercado de la Ciudad Capital y finalmente se logró la cobertura a nivel nacional en importantes industrias del medio. En el plano internacional se han enviado productos manufacturados a Belice, Nicaragua, Costa Rica, Perú. Desde su origen la empresa se orientó al mercado industrial guatemalteco.

Actualmente con la firma del tratado de libre comercio de Guatemala con Estados Unidos, y para garantizar el suministro del producto manufacturado a las industrias del medio y a las industrias que pudieran estar adscritas al tratado, se hace necesario consolidar el plan de mantenimiento preventivo con visión a la nueva etapa que al país le toca ser protagonista y que hace imperativo que la empresa se adapte a las nuevas corrientes del medio externo.

Actualmente en Maquinados Precisos se realiza el mantenimiento preventivo, pero este no está formalizado en un 100 %, existen algunos registros de reparaciones, costos

de reparación, escasos manuales y guías de mantenimiento preventivo, pero a la fecha el programa se lleva a medias y el mantenimiento queda a criterio del supervisor de producción, por lo que a futuro puede ocasionar problemas de paros imprevistos

1.3 Objetivos del trabajo

1.3.1 Objetivo General

Actualizar el programa de mantenimiento para hacerlo eficiente, económico y que responda a las necesidades de la realidad nacional.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elevar la confiabilidad del equipo instalado, para evitar cualquier paro de producción imprevisto
- Elevar la disponibilidad del equipo productivo
- Evitar cualquier retraso en las órdenes de trabajo
- Obtener productos de manufactura de mejor calidad
- Mejorar las rutinas del mantenimiento preventivo a realizar
- Optimizar el costo-beneficio del mantenimiento preventivo
- Capacitar al personal operativo en las labores del mantenimiento preventivo
- Proporcionar una guía metodológica al personal técnico de microempresas metal mecánicas similares, sobre cómo elaborar una plan de mantenimiento preventivo.
- Evitar la contaminación auditiva de la empresa a los lugares circunvecinos

1.4 Justificación del trabajo

Debido a las exigencias que demandan el medio ambiente externo de la empresa y el aumento de la demanda del servicio que presta la empresa por parte los clientes, es necesario encaminarse en dos direcciones al analizar la problemática presentada en la Empresa Maquinados Precisos. Inicialmente se deberá hacer un análisis de tipo técnico y posteriormente se deberá hacer otro de tipo económico que justifique su implementación.

El análisis de tipo técnico debe contemplar un estudio de las fortalezas y debilidades del programa actual, se debe tomar en cuenta la capacitación y motivación del personal

que ejecuta las asignaciones correspondientes al mantenimiento, se deberá evaluar el estado actual del equipo instalado para diseñar un plan detallado que permita incrementar la disponibilidad y aumentar el tiempo medio entre fallas, dejando estos conceptos como índices de control.

Así mismo, se deberá evaluar si la empresa dispone de los medios físicos necesarios para ejecutar las asignaciones correspondientes a las labores del mantenimiento.

Se analizará si es necesario tercerizar rutinas de mantenimiento en las cuales el personal interno de mantenimiento no es competente.

En cuanto al análisis de tipo económico, es necesario evaluar el programa de mantenimiento propuesto, analizar las rutinas bajo la óptica del costo y revisar si éste es rentable y cual es el impacto a las finanzas de la Empresa.

Es necesario hacer un análisis del costo del programa actual, para hacer las correcciones correspondientes buscando la optimización de los recursos y aplicarlas al nuevo programa.

Finalmente se debe hacer un análisis total costo-beneficio de la implementación del programa depurado, analizar si los beneficios sobrepasan a los costos de implementación del programa y luego se procederá a su implementación práctica.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo adecuado, reflejará mayor tiempo de disponibilidad del equipo, mayor confiabilidad, eficiencia en la producción, aumento de la productividad, excelente calidad y precisión en las piezas maquinadas.

Esto se traducirá en mejores beneficios económicos para la empresa, mayor valor agregado al proceso de producción, mayor confianza y seguridad en los equipos mecánicos de trabajo, se evitará reproceso de trabajo, desperdicios y demoras.

Del éxito que alcance el programa propuesto se ejecutará otro similar para la línea de fresadoras y máquinas de apoyo, así mismo puede servir de base para otra análisis similar para las microempresas del medio guatemalteco.

1.5 Alcance del trabajo

Al observar la empresa, el mantenimiento preventivo abarca las líneas de tornos convencionales, línea de fresadoras, maquinas de apoyo, edificio, acometidas eléctricas, herramientas de precisión y vehículos de transporte.

El presente trabajo se realizará en las instalaciones de la Empresa Maquinados Precisos, se aplicará a la actualización del programa de mantenimiento preventivo vigente, y se orientará a la línea de producción de tornos convencionales

2. Revisión bibliográfica

2.1 Investigación de temas relacionados

Dentro de la investigación encontramos dos tesis relacionadas al tema:

- Coxaj Velásquez Hugo Alberto, **Organización de un programa de mantenimiento de un taller de máquinas herramientas, caso de talleres AGMA.** Tesis, Facultad de Ingeniería, USAC 1994

Este trabajo de tesis se enfocó a efectuar un análisis de cómo estaba el equipo en su primera parte, en la segunda parte toco el tema de justificación del mantenimiento en la empresa y se dedica a efectuar un inventario de repuestos y herramientas, así como las necesidades que presentan los equipos en operación, diseño de cimentaciones para la maquinaria existente, condiciones de iluminación, ventilación, ruidos, seguridad y temperatura ambiente de trabajo.

En la tercera parte expone sistemas adecuados de mantenimiento, programas de inspecciones, pruebas y rutinas así como un programa de reconstrucción.

Esta tesis está enfocada más a aspectos teóricos ya que no presenta planes de mantenimiento preventivo enfocados a las máquinas herramientas de la empresa AGMA. En la última parte de la tesis, presenta un pequeño programa de mantenimiento correctivo a las máquinas, ya que éstas se encuentran bastante deterioradas.

- Ortiz Dardón Estuardo, **Programa de Conservación para tornos convencionales y maquinaria de apoyo a la Empresa Maquinados Precisos.** Tesis, Facultad de Ingeniería, USAC 2006

Este trabajo efectuó un análisis de las características técnicas y especificaciones de los tornos y equipo de apoyo, enfocándose en las partes principales de movimiento de las máquinas, sistemas de lubricación, sistema de eléctrico de encendido y funcionamiento, luego se hizo un diagnóstico a toda la maquinaria.

En su segunda parte se expuso sobre los diversos programas de conservación y se plantearon varios programas de mantenimiento acordes a la necesidad de la empresa en ese momento.

3. Marco teórico

3.1 Principios del mantenimiento

3.1.1 Conservación

Es toda acción humana que, mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el hábitat humano y propicia con ello, el desarrollo integral del hombre y de la sociedad.

3.1.2 División de la conservación

La conservación se divide en dos grandes ramas: una de ellas es la *preservación*, la cual atiende las necesidades de los recursos físicos y la otra es el *mantenimiento*, que se encarga de cuidar el servicio que proporcionan estos recursos.

Es importante notar la diferencia que existe entre estas dos ramas de la conservación, ya que ambas se aplican a cualquier clase de los recursos existentes en la naturaleza. Así, una máquina puede estar sujeta a trabajos de limpieza y lubricación, reparación o pintura, los cuales pueden ser catalogados como labores de preservación si sirven para evitar que la máquina sea atacada por agentes nocivos; sin embargo serán calificados como de mantenimiento si son hechos para que ésta proporcione o continúe proporcionando un servicio de calidad estipulada.

3.1.3 Preservación

Preservación es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes. Existen dos tipos de preservación; la preventiva y la correctiva; la diferencia esta, en si el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso. En otras palabras: preservación preventiva son los trabajos desarrollados en un recurso, a fin de evitar su degeneración o que sea atacado por agentes nocivos; preservación correctiva, son los trabajos de rehabilitación que han de desarrollar a un recurso cuando

éste se ha degenerado o ha sido atacado por agentes nocivos. Por esta razón la preservación se divide en *periódica*, *progresiva* y *total*

3.1.4 Preservación periódica

Se refiere al cuidado y protección racional del equipo durante y en el lugar donde está operando. La preservación periódica, a su vez, se divide en dos niveles: el primero se refiere al nivel del usuario del recurso, y el segundo al de un técnico medio.

a) Primer nivel. Corresponde al usuario del recurso (operadores del equipo, ingenieros a cargo del equipo), el cual tiene como primera responsabilidad conocer a fondo el *instructivo de operación* y la atención cuidadosa de las labores de preservación asignadas a su cargo.

b) Segundo nivel. Corresponde a los trabajos asignados al técnico medio, el cual necesita un pequeño taller, con aparatos de prueba y herramientas indispensables para poder proporcionarle al equipo los “primeros auxilios” que no requieren mucho tiempo para su ejecución.

3.1.5 Preservación progresiva

Después de un largo funcionamiento, los equipos deben ser revisados y reparados más a fondo, por lo que es necesario hacerlo fuera del lugar de operación del equipo. En algunos casos y para algunos equipos que exigen frecuentes labores artesanales, resulta económico para las empresas tener personal y talleres propios que atiendan estos trabajos; en otras ocasiones, cuando se necesita un trabajo de preservación más especializado, se prefiere contratar talleres en áreas más cercanas. Esta forma de preservación se divide en tercero y cuarto nivel.

c) Tercer nivel. Labor atendida por el taller general de la fábrica, con personal de características de muy alta habilidad y destreza, en donde la mano de obra es más importante que el trabajo de análisis.

d) Cuarto nivel. Labor atendida por terceros con personal y talleres especializados, que realizan labores de preservación enfocada a áreas específicas de la empresa (aire acondicionado, arreglo de motores de combustión interna o eléctricos y trabajos de ingeniería civil, eléctrica, entre otros)

3.1.6 Preservación total

e) Quinto nivel. Éste es ejecutado generalmente por el fabricante del equipo en sus propios talleres, los cuales pueden hacer cualquier tipo de reparación, reconstrucción o modificación. Labor que dependiendo del equipo, del tiempo transcurrido en el funcionamiento y que, a pesar de practicarse los trabajos adecuados en los otros cuatro niveles de preservación, es necesario realizar en la mayor cantidad sus partes, haciéndole una rehabilitación total.

3.1.7 Mantenimiento

Es la segunda rama de la conservación y se refiere a los trabajos que son necesarios hacer con objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada. Es importante notar que, basados en el servicio y su calidad deseada, debemos escoger los equipos que nos aseguren obtener este servicio; el equipo queda en segundo término, pues si no nos proporciona lo que pretendemos, debemos cambiarlo por el adecuado. Por ello, hay que recordar que el equipo es un medio y el servicio es el fin que deseamos conseguir.

El mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos máquinas, etc., para que éstos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese fin. El mantenimiento se divide en dos ramas: *mantenimiento correctivo* y *mantenimiento preventivo*.

3.1.8 Mantenimiento correctivo

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de mantenimiento se divide a su vez en dos ramas: Correctivo contingente y correctivo programable.

3.1.9 Correctivo contingente

Se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y tenemos que actuar de forma emergente y, en el mejor de los casos, bajo un *plan contingente*

3.1.10 Correctivo programable

El mantenimiento correctivo programable se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial y éste, aunque necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas.

3.1.11 Mantenimiento preventivo

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, y el objetivo que persigue es el de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, para que continúe dentro de los límites establecidos.

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo, pero un análisis de éstos nos proporcionan cinco tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo: *predictivo, periódico, analítico, progresivo y técnico.*

3.1.12 Mantenimiento predictivo

Se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad del servicio que esté entregando un equipo. Por esta razón se tiene la oportunidad de hacer con el tiempo cualquier clase de mantenimiento preventivo y, atendiéndolo adecuadamente, nunca se pierde la calidad del servicio esperado.

Para este tipo de mantenimiento, los trabajos por efectuar proceden de un diagnóstico permanente que se deriva de inspecciones continuas utilizando transductores (captadores y sensores), los cuales tienen la capacidad de cambiar cualquier tipo de energía (lumínica, sonora, ultrasónica, vibratoria, etc.,) en señales de energía eléctrica, las cuales son enviadas a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen o mal estado de funcionamiento de la maquinaria en cuestión. En esta forma si el procesador registra un mal funcionamiento en el recurso sujeto a mantenimiento predictivo, hace un diagnóstico de fiabilidad y predice la fiabilidad de una falla catastrófica, es decir, que el servicio se salga de la calidad esperada.

3.1.13 Mantenimiento periódico

Es el procedimiento de mantenimiento preventivo de atención periódica, rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

3.1.14 Mantenimiento analítico

Se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, de tal manera que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, las cuales revisa un analista combinándolas con la información que, para el efecto, tiene en el banco de datos relativos al recurso, tal como el tiempo en que ha estado trabajando sin que produzca falla, la carga de trabajo a que ha estado sujeto, las condiciones de ambiente en donde está instalado y tipos de falla que ha sufrido, etc.

Con esta posibilidad está en posibilidades de aplicar sus conocimientos. Con esta información está en posibilidad de aplicar conocimientos en ingeniería de fiabilidad para calcular la probabilidad que tiene un recurso de sufrir falla.

3.1.15 Mantenimiento progresivo

Consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste. En éste tipo de mantenimiento, aunque es menos costoso que todos, también es el que menor fiabilidad proporciona.

3.1.16 Mantenimiento técnico

El mantenimiento técnico es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y progresivo; es decir, mientras en el mantenimiento periódico se tiene necesidad de contar con que el recurso tenga un tiempo ocioso suficiente para repararlo, o en su defecto, tener un recurso de reserva; y en el mantenimiento progresivo se está prácticamente a la expectativa de tiempos ociosos cortos, que coincidan aproximadamente con nuestras fechas programadas, en el mantenimiento técnico se atiende el recurso por partes progresando en él cada fecha programada, la cual está calculada por un analista auxiliándose de la información necesaria para conocer el grado de fiabilidad del equipo y poder deducir el “tiempo a fallar” de cada etapa, con lo cual su programación o rutina de atención obligaría a atender al recurso un poco antes del tiempo mencionado

3.1.17 Información técnica sobre tornos convencionales

3.1.17.1 Características principales y especificaciones

Las piezas de trabajo de distintos tamaños se tornean ordinariamente alrededor de un eje horizontal por medio del torno. Las operaciones de torneado pueden dividirse en dos clases: aquellas que se efectúan colocando la pieza de trabajo entre centros y las que se realizan con la pieza sujeta a un mandril o afianzada en un extremo con o sin apoyo en el extremo superior.

Los movimientos de corte y suministro de potencia se realizan a través de un motor. El motor debe tener, ya sea velocidad variable o impulsar el árbol por medio de algún mecanismo de cambio de velocidades por el uso de bandas o engranajes. La pieza de trabajo se sostiene sola o en el árbol, o bien puede proporcionarse soporte adicional por el contrapunto (cabezal móvil). El árbol es tubular para acomodar material de barra larga a través de su centro cuando se desea. La caja de engranajes toma potencia a través del árbol y después de la conversión apropiada de velocidad, la transmite al conjunto del carro por medio de la flecha de alimentación o del husillo.

Los tornos convencionales están entre las más versátiles de todas las máquinas herramientas. La mayoría del trabajo realizado en ellos consiste en torneado cilíndrico, taladrado y operaciones para producir extremos planos y hombros en las partes cilíndricas. Pueden maquinarse roscas de casi cualquier grado requerido de exactitud.

El tamaño de máximo se deriva de dos dimensiones: el primero es el diámetro, en pulgadas o milímetros del diámetro más grande de pieza de trabajo que puede tornearse sin interferencia de la bancada de la máquina o bien el radio más grande. El segundo es la longitud de la pieza de trabajo que puede montarse entre el cabezal y el contrapunto.

Una pieza de trabajo que requiere ambos, volteo máximo y longitud, no puede colocarse en la máquina porque su diámetro interfiere con el carro transversal.

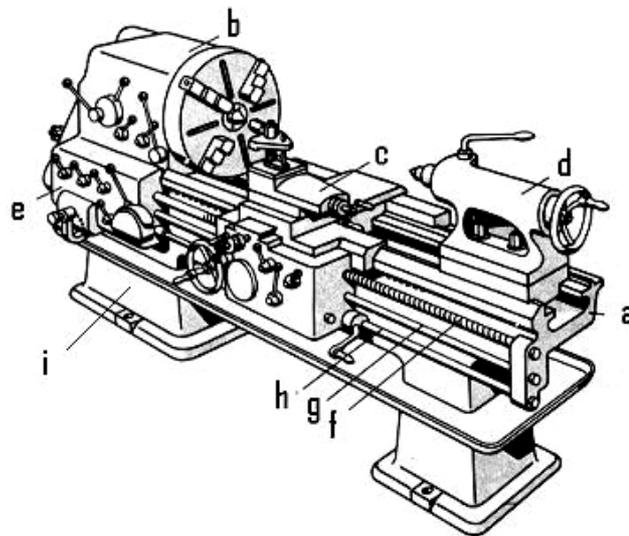
3.1.17.2 Listado de partes principales

Las partes principales para comprender el funcionamiento de los tornos convencionales se muestran en la figura 1, donde se identifica cada una de ellas según su ubicación:

- a) Bancada principal del torno
- b) Cabezal fijo
- c) Carro portaútil
- d) Cabezal móvil
- e) Mecanismo de avance
- f) Husillo de roscar

- g) Husillo de cilindrar
- h) Husillo de giro.
- i) Motor

Figura 1. Esquema de torno convencional

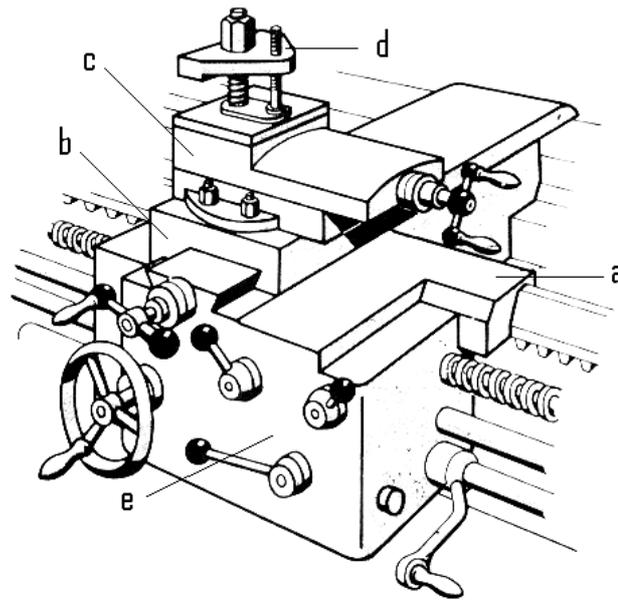


El carro portaútil lleva la herramienta o útil de torneado y proporciona los movimientos de avance y de penetración o ajuste. Los carros deben moverse en las guías prismáticas y en las rectangulares o planas, sin juego alguno. El carro de bancada y el transversal pueden ser movidos a mano o por medio de husillos de cilindrar o de roscar accionados por el husillo principal.

Para su comprensión se muestra la figura 2, con la lista de las partes principales del carro portaútil:

- a) Carro principal o de bancada
- b) Carrito transversal o de refrentar
- c) Carrito superior
- d) Portaútil
- e) Caja de maniobras o tablero

Figura 2. Esquema de carro portaútil



3.1.17.3 Sistema de lubricación

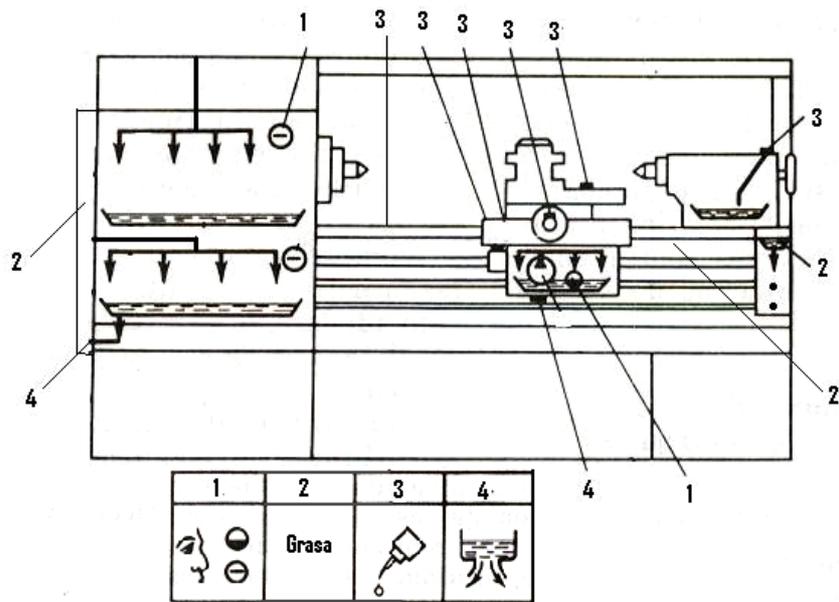
El tener un torno bien lubricado tiene mucho que ver con la vida del torno y con la calidad del trabajo hecho en él. Para el procedimiento de preferencia debe seguirse las instrucciones de la placa de lubricación y debe aceitarse siempre en el mismo orden, de manera que no se omita orificio de lubricación. Si se realiza de esta forma, pronto se adquirirá costumbre y el trabajo de lubricación requerirá muy poco tiempo.

El torno convencional es una de las máquinas-herramientas de precisión y elevado costo por lo tanto la conservación es fundamental en la elaboración del trabajo que realiza. Se debe engrasar y aceitar la máquina de acuerdo con las instrucciones de engrase y vigilar constantemente los niveles de aceite. Deben utilizarse únicamente los aceites y grasas para máquinas industriales, en ninguna circunstancia deben utilizarse

aceites para motor. Los aceites a utilizar para cada torno se especifican en el diagnóstico de cada equipo, las partes a lubricar se muestran en la figura 3, en el gráfico se muestran algunos números los cuales serán una convención para la aplicación del lubricante según la maquinaria y equipo.

1. Inspección visual a través de los indicadores de nivel de aceite.
2. Ubicación de lugares a lubricar con grasa (estos pueden variar dependiendo del torno ya que en algunos se lubrica con aceite).
3. Ubicación de lugares a lubricar con aceite
4. Evacuación de aceite lubricante.

Figura 3. Esquema de lubricación en torno convencional.



3.1.17.4 Sistema de encendido, arranque y paro.

El funcionamiento mecánico del torno se hace comunicando a través de correas mediante el movimiento de rotación del motor, el cual transmite el movimiento al eje principal por medio de fajas y poleas, las cuales permiten cambios de velocidades. El sistema de encendido es a través de un sistema de botones de encendido y apagado, los que se encargan del suministro eléctrico del motor, sin embargo el movimiento del

husillo del cabezal fijo, no se lleva a cabo sino hasta que husillo de giro (mostrado en la figura 1. inciso h) se acciona. Este husillo de giro es el que se encarga del arranque y paro (movimiento del cabezal fijo). Algunos tornos utilizan el freno para el paro inmediato en caso de emergencia.

4. Investigación propuesta

4.1 Caracterización del sitio

Desde el inicio de operaciones de la microempresa su visión de mercado la llevó a enfocarse al nicho del mercado industrial, esto debido a que su gerente trabajó durante 20 años en la gran industria nacional y visualizó las carencias de microempresas que se dedicaban a la manufactura de piezas de precisión para maquinaria o accesorios para moldes y troqueles.

Este enfoque llevó a la empresa a darse a conocer en las industrias grandes del medio nacional, tales como:

- Samboro
- Cementos Progreso
- Rayovac Guatemala
- Coca Cola
- Pepsi Cola
- Provedora de servicios
- Colgate Palmolive
- Monolit
- Alimentos Kern
- Embutidos Toledo

De estas y otras empresas algunas están adscritas al tratado de libre comercio con Estados Unidos de América, otras exportan a mercados del área Centroamericana, el Caribe y México por lo que tienen fuertes compromisos de entrega de productos. Esto también se refleja a la microempresa ya que los requerimientos de los clientes son altos, motivo por el cual es de suma importancia tener el equipo de producción en perfecto estado de funcionamiento y exige tener un plan de mantenimiento preventivo bien estructurado, sistematizado y profesional hasta dónde la empresa lo pueda pagar.

Desde hace un año aproximadamente se trabajó en un embrión de actividades de mantenimiento preventivo que son las que se llevan en una forma no periódica en la empresa.

Se han encontrado varias debilidades en las actividades, las cuales se pueden resumir:

- Las actividades están programadas por fecha, pero casi siempre por razones del programa de producción las actividades se corren a otra fecha.
- Últimamente las actividades mensuales solo se han centrado en limpiezas y lubricación
- Las actividades las realizan practicantes o personal nuevo para no sacar de la línea a un operador experimentado.
- Las actividades se han realizado en horas hábiles
- Las actividades han consumido tiempo considerable, cuando se han realizado

Entre sus fortalezas encontramos las siguientes:

- No se necesita de personal externo para hacer el mantenimiento preventivo mecánico del equipo de producción
- Sólo está tercerizado el mantenimiento eléctrico del equipo
- El personal operativo es personal tecnificado y apto para ejecutar el mantenimiento preventivo.
- La empresa dispone de los recursos para efectuar el mantenimiento preventivo necesario, y en un caso excepcional de un mantenimiento correctivo posee el equipo necesario para efectuarlo.

En cuanto a la vida útil del equipo de la empresa este se encuentra con un valor alto, esto implica que el equipo tiene alta fiabilidad, el equipo es usado y está en perfectas condiciones. De manera que las reparaciones que se han efectuado de acuerdo al historial han sido preventivas como cambio de cojinetes a los motores eléctricos, rebarnizado de las bobinas, cambio de fajas, etc. En diez años los equipos nunca han presentado paros de producción por fallas mecánicas o eléctricas. Siempre se ha actuado en una forma proactiva anticipándose ante cualquier situación de ruidos, cambios de

temperatura o desgastes en piezas que se puedan presentar. El historial está ubicado en un archivo que cuenta con una carpeta para cada máquina o equipo de apoyo, allí se encuentran manuales si las máquinas las tienen, diagramas eléctricos por algún cambio que se pudo haber realizado en el pasado, no tienen formatos formales donde se consigna la información, se han escrito en hojas de papel bond a mano pero se presentan por fecha y en forma ordenada la información, en esas carpetas se encuentran hasta los costos del mantenimiento preventivo efectuados.

La gerencia siempre a estado preocupada por el mantenimiento preventivo y desde el inicio el gerente consignó la información en el archivo desde que llegaron las máquinas a la empresa y cuando iniciaron a trabajar.

Los tiempos de ejecución se han considerado elevados, esto se debe a que el mantenimiento no a sido periódico, el tiempo de efectuar las limpiezas profundas se a incrementado.

En cuanto a las rutinas de mantenimiento se han considerado adecuadas y cumplen con el objetivo de tener las máquinas en buenas condiciones. Cuando se iniciaron las actividades de mantenimiento, se notó que en la planificación de actividades semanales éstas se presentaban muy cercanas entre sí, éstas rutinas se deben espaciar por lo menos cada 2 o 3 semanas para no caer en hiper mantenimiento.

La empresa siempre a contado con recursos materiales, técnicos, económicos y buena disposición para llevar a buen término las actividades del mantenimiento Preventivo.

Cuando se programa una actividad de mantenimiento, se programa tener los insumos por lo menos 2 días antes de efectuar la actividad para evitar atrasos innecesarios.

Se observó que no todo el personal (siete personas) estaba debidamente sensibilizado a los objetivos del mantenimiento preventivo, por lo que es necesario realizar dos reuniones para plantear los objetivos. El personal se capacita continuamente en diversas temáticas relacionadas con el trabajo del corte de metales (metalistería) y éste opinó y mostró una actitud adecuada a los objetivos de mantenimiento, solicitando una capacitación sobre el tema de lubricación. Se discutió con el personal que ellos

como usuarios del equipo de producción, son las personas más adecuadas para informar cuando noten alguna desviación o mal comportamiento del equipo y se enfatizó sobre la importancia de la comunicación.

Para el mantenimiento eléctrico se justifica la tercerización, ya que el personal interno no es especialista en temas eléctricos, por lo que requiere de personal externo para efectuar las diversas tareas que se presenten en el futuro.

Se puede afirmar categóricamente que el programa actual de mantenimiento preventivo de la microempresa no responde a la nueva realidad dónde se enmarcan las empresas que están adscritas al tratado de libre comercio, ya que el programa aunque incipiente se utiliza eventualmente, pero la información acumulada y el diseño de las rutinas que se efectuaron se adecuan a un buen replanteamiento de las tareas de mantenimiento preventivo. Para efectuar un buen plan de mantenimiento preventivo las tareas se deben efectuar un sábado después de horas hábiles o bien ejecutarlas el día domingo.

4.2 Información disponible

Diagnóstico de los tornos convencionales de la Empresa Maquinados Precisos

El diagnóstico del equipo se realizó con inspección visual, accionamiento del equipo, consultas al personal operario, tomando en cuenta las características y funcionamiento de cada equipo.

Se observó que el equipo tiene condiciones de funcionamiento adecuadas al trabajo que estas realizan, ya que la gerencia de la empresa ha puesto sumo cuidado en lo que a preservación se refiere. A continuación se presenta el diagnóstico, identificando cada una de las partes del torno convencional como se muestran en el listado de partes.

Toda la maquinaria referente a máquinas-herramientas en la empresa, está enumerada. El número correspondiente se muestra para cada una de ellas en la descripción de diagnóstico.

Para la lubricación en los tornos convencionales y máquinas-herramientas de apoyo, los lugares para la aplicación de aceite lubricante (guías, caja de engranajes), se utiliza el aceite Meropa 220, marca Texaco. Para los elementos a lubricar con grasa lubricante, el tipo que se utiliza es la grasa NGL1, marca Texaco, sin compuestos de azufre y cloro.

Cabe mencionar que los tornos convencionales y maquinaria de apoyo en lo que se refiere a máquinas-herramientas son de fabricación Italiana.

En las instalaciones de la empresa donde operan los tornos convencionales, la iluminación y acometidas eléctricas son excelentes. Existe una cimentación adecuada para cada torno, nivelada la cual muestra excelente rigidez, evitando la vibración en el funcionamiento de cada máquina.

Características de los tornos existentes en la empresa

1. Torno FBM.16 No. 01

Características principales del torno No. 01:

- Largo de bancada: 1500 mm.
- Radio de volteo: 200 mm.
- Radio de volteo sobre el carro principal: 125 mm.
- Radio de volteo sin escote: 300 mm.
- Distancia entre puntas: 1250 mm.

El estado en que se encontró el torno No. 01, según el listado de partes correspondiente a la letra, es el siguiente:

- a) Bancada principal del torno: las condiciones de la bancada son excelentes, no presenta deterioro alguno por abrasión
- b) Cabezal fijo: el husillo de trabajo del cabezal fijo, gira en forma concéntrica excelente.

- c) Carro portaútil: las condiciones de trabajo son buenas, los movimientos se realizan sin problema alguno.
- d) Cabezal móvil: trabaja en forma adecuada. El husillo de éste se desliza perfectamente, los mecanismos de fijación del husillo funcionan correctamente.
- e) Mecanismos de avance: las condiciones de funcionamiento son adecuadas y funcionan perfectamente.
- f) Husillo de roscar: el husillo de roscar se encuentra en excelentes condiciones, no presenta desgaste.
- g) Husillo de cilindrar: condiciones excelentes de trabajo.
- h) Husillo de giro: se utiliza para el movimiento del husillo del cabezal, fijo las condiciones son excelentes.

i) Motor: especificaciones técnicas:

Marca.	CEP Parma
Potencia.	4 hp
Voltaje / amperaje	220 voltios/12 amp (Trifásico)
Número de revoluciones / frecuencia	1420 rpm/50Hz
Fajas	A49 (utiliza tres)

Otros aspectos importantes relacionados con partes y condiciones de operación a mencionar son las siguientes:

- Cremallera principal: el estado es excelente.
- Apariencia física: excelente
- Vibración: no se percibe ningún tipo de vibración anormal, a las de condiciones de trabajo.
- Bomba de enfriamiento: funciona correctamente. Especificaciones técnicas:

Marca	CEP
Potencia	0.12 hp
Voltaje/amperaje	220/sin dato
Número de revoluciones/frecuencia	2800-3300/50 Hz

Conclusión:

1. El torno No. 01, trabaja en condiciones óptimas.
2. La apariencia física es excelente

2. Torno FBM.16 No. 02

Características principales del torno No. 02:

- Largo de bancada: 1500 mm.
- Radio de volteo: 200 mm.
- Radio de volteo sobre el carro principal: 125 mm.
- Radio de volteo sin escote: 300 mm.
- Distancia entre puntas: 1250 mm.

El estado en que se encontró el torno No. 02, según el listado de partes correspondiente a la letra, es el siguiente:

- a) Bancada principal del torno: las condiciones de la bancada excelentes, presenta desgaste por abrasión, aunque es mínimo.
- b) Cabezal fijo: el husillo de trabajo del cabezal fijo, trabaja en forma concéntrica excelente.
- c) Carro portaútil: las condiciones de trabajo son buenas, los movimientos transversal y longitudinal se efectúan sin problema alguno.
- d) Cabezal móvil: trabaja en forma adecuada. El husillo de éste se desliza perfectamente y los mecanismos de fijación del husillo funcionan correctamente.
- e) Mecanismos de avance: las condiciones de funcionamiento son adecuadas y funcionan perfectamente.
- f) Husillo de roscar: el husillo de roscar se encuentra en buenas condiciones, aunque presenta ligero desgaste.
- g) Husillo de cilindrar: trabaja condiciones de trabajo normales.
- h) Husillo de giro: se utiliza para el movimiento del husillo del cabezal fijo, las condiciones adecuadas.

i) Motor: especificaciones técnicas:

Marca.	CEP Parma
Potencia.	4 hp
Voltaje / amperaje	220 voltios/12 amperes (Trifásico)
Número de revoluciones / frecuencia	1420 rpm/50Hz
Fajas	A49 (utiliza tres)

Otros aspectos importantes a mencionar entre las partes, para su adecuada operación son:

- Cremallera principal: aunque presenta desgaste funciona en condiciones normales.
- Apariencia física: adecuada
- Vibración: no se percibe ningún tipo de vibración anormal, a las de condiciones de trabajo
- Bomba de enfriamiento: no funciona. Especificaciones técnicas:

Marca	CEP
Potencia	0.12 hp
Voltaje/amperaje	220/sin dato
Número de revoluciones/frecuencia	2800-3300/50 Hz

Conclusión:

1. El torno No. 02, trabaja en condiciones adecuadas.
2. La velocidad más alta en el husillo del cabezal fijo, no funciona.

3. Torno FIN 180 (Nozotti) No. 03

Características principales del torno No. 03:

- Largo de bancada: 1500 mm.
- Radio de volteo: 180 mm.
- Radio de volteo sobre el carro principal: 100 mm.
- Radio de volteo sin escote: 270 mm.
- Distancia entre puntas: 1000 mm.

El estado en que se encontró el torno No. 03, según el listado de partes correspondiente a la letra, es el siguiente:

- a) Bancada principal del torno: las condiciones de la bancada son buenas, presenta desgaste aunque no afecta las condiciones de trabajo.
- b) Cabezal fijo: el husillo de trabajo gira en forma concéntrica excelente.
- c) Carro portaútil: las condiciones de trabajo son buenas, los movimientos transversal y longitudinal, se efectúan sin ningún problema.
- d) Cabezal móvil: trabaja en forma adecuada. El husillo de éste se desliza perfectamente y los mecanismos de fijación del husillo funcionan correctamente.
- e) Mecanismos de avance: las condiciones de funcionamiento son adecuadas y funcionan perfectamente.
- f) Husillo de roscar: el husillo de roscar se encuentra en condiciones adecuadas.
- g) Husillo de cilindrar: condiciones excelentes de trabajo.
- h) Husillo de giro: este es el que se utiliza para el movimiento del husillo del cabezal fijo, las condiciones son excelentes.
- i) Motor: Especificaciones técnicas:

Marca.	Baldor
Potencia.	3 hp
Voltaje / amperaje	220 voltios/16 amperes (Monofásico)
Número de revoluciones / frecuencia	1725 rpm /60Hz

Otros aspectos importantes relacionados con partes y condiciones de operación a mencionar son las siguientes:

- Cremallera principal: el estado en que se encuentra es aceptable.
- Apariencia física: adecuada
- Vibración: normal a las condiciones de trabajo.
- Bomba de enfriamiento: no posee.

Conclusión:

1. El torno No. 03, trabaja en condiciones adecuadas.
2. La apariencia física es adecuada.

4. Torno Grazioli No. 04

Características principales del torno No. 04:

- Largo de bancada: 1300 mm.
- Radio de volteo: 150 mm.
- Radio de volteo sobre el carro principal: 100 mm.
- Radio de volteo sin escote: 185 mm.
- Distancia entre puntas: 860 mm.

El estado en que se encontró el torno No. 04, según el listado de partes correspondiente a la letra, es el siguiente:

- a) Bancada principal del torno: la bancada presenta severo desgaste, aunque se realizan trabajos confiables.
- b) Cabezal fijo: el husillo de trabajo, gira en forma concéntrica excelente. Se observa que en la parte inferior del cabezal hay fuga de aceite lubricante.

- c) Carro portaútil: las condiciones de trabajo son adecuadas, los movimientos transversal y longitudinal, efectúan sin problema alguno.
- d) Cabezal móvil: trabaja en forma adecuada. El husillo de éste se desliza perfectamente y los mecanismos de fijación del husillo funcionan correctamente.
- e) Mecanismos de avance: las condiciones de funcionamiento son adecuadas y funcionan perfectamente.
- f) Husillo de roscar: el husillo de roscar se encuentra en condiciones aceptables de trabajo, aunque presenta desgaste funciona correctamente.
- g) Husillo de cilindrar: condiciones excelentes de trabajo.
- h) Husillo de giro: este es el que se utiliza para el movimiento del husillo del cabezal fijo, las condiciones son excelentes.

i) Motor: especificaciones técnicas:

Marca.	Baldor
Potencia.	2 hp
Voltaje / amperaje	220 voltios/10.2 ampere (Monofásico)
Número de revoluciones / frecuencia	1725 rpm /60Hz
Fajas	A78 (utiliza cinco)

Otros aspectos importantes relacionados con partes para el correcto funcionamiento y condiciones de operación son:

- 3. Cremallera principal: presenta desgaste severo, sin embargo trabaja en condiciones adecuadas.
- 4. Apariencia física: inadecuada
- 5. Vibración: normal a las condiciones de trabajo, aunque en el interior del cabezal fijo, se escuchan ruidos.
- 6. Bomba de enfriamiento: no funciona. Especificaciones técnicas:

Marca	Lombarde
Potencia	0.15 hp
Voltaje/amperaje	220 voltios /0.25 amperes
Número de revoluciones/frecuencia	2800/50 Hz

Conclusión:

1. El torno No. 04, trabaja en condiciones adecuadas
2. Apariencia física inadecuada.

5. Torno Tovagliari & C No. 05

Características principales del torno No. 05:

- Largo de bancada: 1340 mm.
- Radio de volteo: 165 mm.
- Radio de volteo sobre el carro principal: 95 mm.
- Radio de volteo sin escote: no posee escote.
- Distancia entre puntas: 800 mm

El estado en que se encontró el torno No.05, según el listado de partes correspondiente a la letra, es el siguiente:

- a) Bancada principal del torno: presenta un desgaste mínimo, las condiciones de trabajo son aceptables.
- b) Cabezal fijo: el husillo de trabajo, gira en forma concéntrica excelente.
- c) Carro portaútil: las condiciones de trabajo son excelentes, los movimientos transversal y longitudinal, se efectúan sin ningún problema.
- d) Cabezal móvil: trabaja en forma adecuada. El husillo se desliza perfectamente, los mecanismos de fijación del husillo funcionan correctamente.
- e) Mecanismos de avance: las condiciones de funcionamiento son adecuadas y funcionan perfectamente.
- f) Husillo de roscar: el husillo de roscar se encuentra en condiciones adecuadas, presenta desgaste mínimo.
- g) Husillo de cilindrar: condiciones excelentes de trabajo.
- h) Husillo de giro: se utiliza para el movimiento del husillo del cabezal fijo, las condiciones son excelentes.
- i) Motor: especificaciones técnicas:

Marca.

Elettromeccanica

Potencia.	3 hp
Voltaje / amperaje	220 voltios/10.2 amperes (Trifásico)
Número de revoluciones / frecuencia	1415 rpm /50Hz
Fajas	A41 (utiliza tres)

Otros aspectos importantes relacionados con partes y condiciones de operación a mencionar son las siguientes:

7. Cremallera principal: trabaja en condiciones normales, presenta mínimo desgaste.
8. Apariencia física: adecuada
9. Vibración: normal a las condiciones de trabajo.
10. Bomba de enfriamiento: no funciona. Especificaciones técnicas:

Marca	Elettromeccanica
Potencia	0.15 hp
Voltaje/amperaje	220 voltios/0.25 amperes
Número de revoluciones/frecuencia	2800/50 Hz

Conclusión:

1. El torno No. 05, posee condiciones adecuadas de funcionamiento.
2. Apariencia física adecuada

6. Torno Eolo 260 No. 06

El torno Eolo No. 06 posee un sistema hidráulico el cual se utiliza para el movimiento del cabezal fijo. El aceite lubricante utilizado para el sistema es Tellus Oil 46 de la marca Texaco.

Características principales del torno No. 06:

- Largo de bancada: 2000 mm.
- Radio de volteo: 240 mm.

- Radio de volteo sobre el carro principal: 160 mm.
- Radio de volteo sin escote: 380 mm.
- Distancia entre puntas: 1360 mm.

El estado en que se encontró el torno No.06, según el listado de partes correspondiente a la letra, es el siguiente:

- Bancada principal del torno: presenta desgaste mínimo, las condiciones de trabajo son aceptables.
- Cabezal fijo: el husillo de trabajo gira en forma concéntrica aceptable.
- Carro portaútil: las condiciones de trabajo son adecuadas, los movimientos transversal y longitudinal, se efectúan sin ningún inconveniente.
- Cabezal móvil: trabaja en forma adecuada. El husillo se desliza perfectamente y los mecanismos de fijación del husillo funcionan correctamente.
- Mecanismos de avance: las condiciones de funcionamiento son adecuadas y funcionan perfectamente.
- Husillo de roscar: el husillo de roscar se encuentra en condiciones adecuadas, presenta desgaste mínimo, pero las condiciones de trabajo son aceptables.
- Husillo de cilindrar: condiciones normales de trabajo
- Husillo de giro: se utiliza para el movimiento del husillo del cabezal fijo, funciona de forma adecuada.
- Motor: especificaciones técnicas:

Marca.	Electrokovina
Potencia.	10 hp
Voltaje / amperaje	220 voltios/28.6 amperes (Trifásico)
Número de revoluciones / frecuencia	1460 rpm /50Hz
Fajas	A75 (utiliza tres)

- Motor del sistema hidráulico: especificaciones técnicas:

Marca.	Electrokovina
Potencia.	0.5 hp

Voltaje / amperaje	220 voltios/2.07 amperes
Número de revoluciones / frecuencia	1370 rpm /50Hz
Fajas	No utiliza.

Otros aspectos importantes relacionados con partes y condiciones para la correcta operación a mencionar son:

11. Cremallera principal: Presenta desgaste, sin embargo posee condiciones de trabajo adecuadas.
12. Apariencia física: Inadecuada.
13. Vibración: Mínima.
14. Bomba de enfriamiento: no posee

Conclusión:

- a. El torno No. 06, posee condiciones adecuadas de funcionamiento.
- b. Apariencia física inadecuada
- c. El sistema hidráulico encargado del movimiento del husillo del cabezal fijo trabaja en condiciones excelentes.

7. Torno Labor No. 07

Las características principales del torno No. 07, definen a continuación:

- Largo de bancada: 1620 mm.
- Radio de volteo: 220 mm.
- Radio de volteo sobre el carro principal: 140 mm.
- Radio de volteo sin escote: 330 mm.
- Distancia entre puntas: 1020 mm.

El estado en que se encontró el torno No.07, según el listado de partes correspondiente a la letra, es el siguiente:

- a) Bancada principal del torno: presenta desgaste mínimo, las condiciones de trabajo son excelentes.
- b) Cabezal fijo: el husillo de trabajo gira en forma concéntrica excelente.
- c) Carro portaútil: las condiciones de trabajo excelentes, los movimientos transversal y longitudinal, se efectúan sin ningún problema.
- d) Cabezal móvil: trabaja en forma adecuada. El husillo se desliza perfectamente y los mecanismos de fijación del husillo funcionan correctamente.
- e) Mecanismos de avance: las condiciones de funcionamiento son adecuadas y funcionan perfectamente.
- f) Husillo de roscar: el husillo de roscar se encuentra en condiciones adecuadas, presenta mínimo desgaste.
- g) Husillo de cilindrar: condiciones normales de trabajo
- h) Husillo de giro: este es el que se utiliza para el movimiento del husillo del cabezal fijo, funciona adecuadamente.
- i) Motor: especificaciones técnicas:

Marca.	Elettromeccanica Lecchese
Potencia.	5 hp
Voltaje / amperaje	220 voltios/28.6 amperes (Trifásico)
Número de revoluciones / frecuencia	1450 rpm /50Hz
Fajas	A78 (utiliza tres)

Otros aspectos importantes relacionados con partes y condiciones de operación para el funcionamiento adecuado son:

- 15. Cremallera principal: excelentes condiciones.
- 16. Apariencia física: excelente.
- 17. Vibración: normal a las condiciones de trabajo.
- 18. Bomba de enfriamiento: funciona correctamente. Especificaciones técnicas:

Marca	Electtromeccanica Lecchese
Potencia	0.15 hp
Voltaje/amperaje	220 voltios/0.25 amperes
Número de revoluciones/frecuencia	2800/50 Hz

Conclusión:

1. El torno No. 07, posee excelentes condiciones en su funcionamiento
2. Apariencia física excelente.

4.3 Metodología

El presente trabajo de investigación se realizó bajo los principios de investigación por el método de sistematización de experiencias. A continuación se detalla el índice del trabajo de sistematización

ÍNDICE

1. Título de la sistematización
2. Descripción de la experiencia
 - 2.1 Situación actual
 - 2.2 Descripción de la experiencia a sistematizar
 - 2.2.1 Características importantes observadas
3. Delimitación del objeto de estudio
4. Objetivos de la sistematización
 - 4.1 Objetivo General
 - 4.2 Objetivos específicos
5. Preguntas que guiarán el análisis
 - 5.1 Pregunta principal
 - 5.2 Preguntas secundarias
 - 5.3 Matriz que guiará el análisis
6. Justificación
 - 6.1 Importancia de realizar la experiencia
7. Plan de trabajo y cronograma
 - 7.1 Metodología de investigación
 - 7.1.1 Observación
 - 7.1.2 Recolección de información
 - 7.1.3 Análisis de información
 - 7.1.4 Ajustes del procedimiento a implementar
 - 7.1.5 Reporte escrito de la sistematización de la nueva experiencia
 - 7.2 Técnicas de investigación

- 7.2.1 Lectura y análisis de manuales de las máquinas
- 7.2.2 Investigación bibliográfica del tema
- 7.2.3 Reportes de reparaciones
- 7.2.4 Reportes de inversiones de reparaciones anteriores
- 7.2.5 Entrevistas con los operadores de las máquinas
- 7.2.6 Entrevistas con otros profesionales
- 7.3 Actividades de trabajo a ejecutar
 - 7.3.1 Reportes de reparación
 - 7.3.2 Reportes de costos de reparación
 - 7.3.3 Fichas de máquina
 - 7.3.4 Formatos de mantenimiento preventivo
 - 7.3.5 Manuales de máquinas
 - 7.3.6 Estudio de mantenimiento preventivo
 - 7.3.7 Personal dedicado a las labores de mantenimiento
- 7.4 Actividades a ejecutar
 - 7.4.1 Diseño del perfil de sistematización
 - 7.4.2 Evaluación del programa de mantenimiento preventivo actual, analizar sus fortalezas y debilidades evaluación de los manuales de las máquinas
 - 7.4.3 Evaluación de reportes de reparación
 - 7.4.4 Investigación bibliográfica del tema
 - 7.4.5 Entrevistas
 - 7.4.6 Compilación de la información
 - 7.4.7 Análisis de las nuevas propuestas del mantenimiento preventivo
 - 7.4.8 Ejecución del nuevo plan de mantenimiento
 - 7.4.9 Seguimiento al plan y efectuar las correcciones pertinentes
 - 7.4.10 Elaboración de conclusiones y recomendaciones
 - 7.4.11 Redacción final del trabajo escrito
- 7.5 Presupuesto y recursos a utilizar
 - 7.5.1 Recursos económicos
 - 7.5.2 Recursos humanos
 - 7.5.3 Materiales
 - 7.5.4 Cronograma

8. Anexos

- 8.1 Formatos actualizados
- 8.2 Programas de lubricación
- 8.3 Programas de inspección
- 8.4 Formatos de entrevistas
- 8.5 Fichas de máquina
- 8.6 Otros

9. Bibliografía

4.4 Resultados

4.4.1 Evaluación y desempeño del programa de mantenimiento propuesto

- **Rutinas de mantenimiento diaria:** tienen como objetivo realizar inspección de niveles de aceite o grasa lubricante, limpieza y lubricación adecuada de la máquina en superficies móviles las cuales por naturaleza están propensas a desgaste, en condiciones normales de funcionamiento. Estas labores se realizan, antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la máquina y al finalizar labores por las tardes.

- **Rutinas de mantenimiento mensual:** están dispuestas, para reparar anomalías de funcionamiento, en el menor tiempo posible, con el fin de no interrumpir el tiempo productivo. En éstas rutinas se realizarán revisiones, verificando el funcionamiento de elementos mecánicos, realizando lubricación en partes especiales y partes que comúnmente están propensas a desgaste. También se revisarán que todos los mecanismos de transmisión de potencia funcionen en forma adecuada, dependiendo la naturaleza de la máquina.

- **Rutinas de mantenimiento anual:** el mantenimiento anual implica paro total de la máquina, realizando cambio en partes que presenten anomalías o defectos en el funcionamiento. Básicamente se realiza una reparación mayor, con el fin que las máquinas presten el servicio en la forma adecuada, realizando también cambio total de aceite o grasa lubricante en los lugares correspondientes.

4.4.2 Programa de mantenimiento preventivo propuesto para tornos convencionales

4.4.2.1 Mantenimiento diario

Se realiza removiendo partículas, lubricando, haciendo ajustes, y detectando si fuese el caso, si algún elemento mecánico necesita algún tipo de reparación.

- **Tornos FBM. 16. No. 01 y 02:** los tornos No. 01 y No. 02 como se mencionó en el diagnóstico para tornos convencionales, tienen idénticas características. Las rutinas diarias de conservación son:

- a. Remover polvo, viruta o partículas abrasivas que puedan dañar las superficies móviles.
- b. Remover polvo o partículas extrañas del bastidor y cercanas a la estructura de la máquina.
- c. Verificar niveles de aceite en el tablero del torno y caja de engranajes
- d. Aplicar aceite lubricante en partes móviles correspondientes (bancada principal, guías del carro transversal, husillo del cabezal móvil).
- e. Lubricación orificios correspondientes en mandril de sujeción (chuck)
- f. Verificar nivel de aceite lubricante, en el depósito de las guías de giro de husillos (automáticos, de roscar y de giro)
- g. Lubricación en guías del carro porta herramienta
- h. Limpieza general alrededor del torno.

- **Torno FIN 180 (Nozotti). No. 03:** antes de iniciar cualquier labor en éste recurso, se debe verificar el nivel de aceite en el tablero, y si es necesario suministrar la cantidad correspondiente. Las rutinas diarias de conservación son:

- a. Remover polvo, viruta o partículas abrasivas que puedan dañar las superficies móviles.
- b. Remover polvo o partículas extrañas del bastidor y cercanas a la estructura de la máquina.
- c. Verificar niveles de aceite en el tablero del torno y caja de engranajes

- d. Aplicar aceite lubricante en partes móviles correspondientes (bancada principal, y guías del carro transversal).
- e. Lubricación en mandril de sujeción (chuck)
- f. Aplicación de grasa lubricante con graseras manual, en guía de giro de los husillos (automáticos, de roscar y de giro)
- g. Aplicación de grasa lubricante en la guía en mecanismo de giro del cabezal fijo. Este mecanismo se encuentra en la parte posterior del torno justo arriba del motor.
- h. Lubricación en guías del carro porta herramienta
- i. Limpieza general alrededor del torno.

• **Torno Grazioli No. 04:** el torno Grazioli es un recurso que ha sido modificado en el sistema de lubricación, dispuesto de graseras para esta tarea. Las rutinas diarias de conservación son:

- a. Remover polvo, viruta o partículas abrasivas que puedan dañar las superficies móviles.
- b. Remover polvo o partículas extrañas del bastidor y cercanas a la estructura de la máquina.
- c. Verificar niveles de aceite en el tablero del torno y caja de engranajes
- d. Aplicar aceite lubricante en partes móviles correspondientes (bancada principal, guías del carro transversal).
- e. Lubricación orificios en mandril de sujeción (chuck)
- f. Aplicación de grasa lubricante, por medio de graseras de mano, en las guías de giro de husillos (automáticos, de roscar y de giro)
- g. Lubricación en guías del carro porta herramienta
- h. Limpieza general alrededor del torno.
- i. Aplicar grasa lubricante en las partes accesibles por medio de graseras de mano, en los orificios dispuestos para ésta tarea.(tablero, husillo de contrapunto, estructura de carro principal, y las partes accesibles)
- j. Limpiar residuos de viruta que caen justo encima de los engranajes de cambio (donde se ubica la lira).

- **Torno Fovaglieri & C No. 05:** las rutinas diarias de conservación son:
 - a. Remover polvo, viruta o partículas abrasivas que puedan dañar las superficies móviles.
 - b. Remover polvo o partículas extrañas del bastidor y cercanas a la estructura de la máquina.
 - c. Verificar niveles de aceite en el tablero del torno y caja de engranajes
 - d. Aplicar aceite lubricante en partes móviles correspondientes (bancada principal, guías del carro transversal).
 - e. Lubricación orificios en mandril de sujeción (chuck)
 - f. Verificar nivel de aceite lubricante, en el depósito de las guías de giro de husillos (automáticos, de roscar y de giro)
 - g. Lubricación en guías del carro porta herramienta
 - h. Limpieza general alrededor del torno.

- **Torno Eolo 260 No. 06:** este recurso tiene un sistema de lubricación forzada, el cual consiste en una palanca dispuesta en dos posiciones: en una posición lubrica la bancada, en la otra posición lubrica los engranes de la parte interna del tablero. Las rutinas diarias de conservación son:
 - a. Remover polvo, viruta o partículas abrasivas que puedan dañar las superficies móviles.
 - b. Remover polvo o partículas extrañas del bastidor y cercanas a la estructura de la máquina.
 - c. Verificar niveles de aceite en el tablero del torno y caja de engranajes
 - d. Aplicar aceite lubricante en partes móviles correspondientes (bancada principal, guías del carro transversal).
 - e. Lubricación orificios en mandril de sujeción (chuck)
 - f. Verificar nivel de aceite lubricante, en el depósito de las guías de giro de husillos (automáticos, de roscar y de giro)
 - g. Lubricación en guías del carro porta herramienta
 - h. Limpieza general alrededor del torno.

- **Torno Labor No. 07:** las rutinas diarias de conservación son:
 - a. Remover polvo, viruta o partículas abrasivas que puedan dañar las superficies móviles.
 - b. Remover polvo o partículas extrañas del bastidor y cercanas a la estructura de la máquina.
 - c. Verificar niveles de aceite en el tablero del torno y caja de engranajes
 - d. Aplicar aceite lubricante en partes móviles correspondientes (bancada principal, guías del carro transversal).
 - e. Lubricación orificios en mandril de sujeción (chuck)
 - f. Verificar nivel de aceite lubricante, en el depósito de las guías de giro de husillos (automáticos, de roscar y de giro)
 - g. Lubricación en guías del carro porta herramienta
 - h. Limpieza general alrededor del torno.

4.4.2.2 Mantenimiento semanal

Estas rutinas se eliminarán por considerarse repetitivas, dándonos exceso de mantenimiento. Quedan consignadas en este documento como referencia.

Se realizará limpieza y lubricación profunda en superficies móviles, mecanismos y accesorios son poco accesibles. Deben verificarse depósitos de aceite lubricante, y de ser necesario llenarse de un medio a dos tercios de su capacidad.

- **Tornos FBM. 16. No. 01 y 02:** las rutinas semanales de conservación son:
 - a. Verificar niveles de aceite lubricante en el tablero, caja de engranajes del cabezal fijo, lubricar partes correspondientes en cabezal móvil (contrapunto) y depósito de guías en husillos de giro
 - b. Limpiar compartimiento donde se encuentran alojados los engranajes de cambio (lira).
 - c. Limpieza y lubricación de mandril de sujeción (chuck) desmontando mordazas.
 - d. Revisar funcionamiento de avances automáticos.
 - e. Limpieza profunda de estructura de la máquina (parte interna inferior al carro principal del torno).

- f. Lubricación en orificios dispuestos para esta tarea con boquilla de aceitera de mano.
- g. Lubricación en orificios dispuestos en contrapunto

- **Torno FIN 180 (Nozotti) No. 03:** las rutinas semanales de conservación son:

- a. Verificar niveles de aceite lubricante en tablero, caja de engranajes del cabezal fijo, lubricar partes correspondientes en cabezal móvil (contrapunto) y suministrar grasa lubricante (por medio de graseras de mano) en guías de giro en husillos.
- b. Limpiar compartimientos donde se encuentran alojados los engranajes de cambio (lira)
- c. Limpieza y lubricación de mandril de sujeción (chuck) desmontando mordazas.
- d. Revisar funcionamiento de avances automáticos
- e. Limpieza profunda de estructura de la máquina (parte interna inferior al carro principal del torno).
- f. Lubricación en orificios dispuestos en el contrapunto.

- **Torno Grazioli No. 04:** las rutinas semanales de conservación son:

- a. Aplicar grasa lubricante en graseras destinadas para esta tarea ubicadas en tablero, parte frontal del torno e inferior al cabezal fijo, cabezal móvil (contrapunto), y las graseras dispuestas en la estructura del carro principal
- b. Limpiar compartimiento donde se encuentran alojados los engranajes de cambio (lira)
- c. Limpieza y lubricación de mandril de sujeción (chuck) desmontando mordazas
- d. Revisar funcionamiento de avances automáticos.
- e. Limpieza profunda de la estructura de la máquina (parte interna inferior al carro principal del torno)
- f. Aplicar grasa lubricante en orificios dispuesto para esta tarea con graseras de mano.
- g. Lubricación en orificios dispuestos en el contrapunto.

- **Torno Fovaglieri & C No. 05:** las rutinas semanales de conservación son:

- a. Verificar niveles de aceite lubricante en tablero, caja de engranajes del cabezal fijo, lubricar partes correspondientes en cabezal móvil (contrapunto) y llenar depósitos de aceite lubricante en guías de giro en husillos.

- b. Limpiar compartimientos donde se encuentran alojados los engranajes de cambio (lira)
- c. Limpieza y lubricación de mandril de sujeción (chuck) desmontando mordazas.
- d. Revisar funcionamiento de avances automáticos
- e. Limpieza profunda de estructura de la máquina (parte interna inferior al carro principal del torno).
- f. Lubricación en orificios dispuestos en el contrapunto.

- **Torno Eolo 260 No. 06:** las rutinas de conservación semanales son:

- a. Verificar niveles de aceite lubricante principalmente en el tablero, ya que éste tiene un mecanismo que suministra a la bancada principal y engranajes dentro del tablero, por lo que debe mantenerse al nivel adecuado. Asimismo debe verificarse el nivel de aceite lubricante en la caja de engranajes del cabezal fijo.
- b. Limpiar compartimientos donde se encuentran alojados los engranajes de cambio (lira)
- c. Limpieza y lubricación de mandril de sujeción (chuck) desmontando mordazas.
- d. Revisar funcionamiento de avances automáticos.
- e. Limpieza profunda de estructura de la máquina (parte interna inferior al carro principal del torno)
- f. Verificar nivel de aceite lubricante en bomba hidráulica.
- g. Lubricación en orificios dispuestos para esta tarea, con boquilla de aceitera de mano.
- h. Lubricar orificio dispuesto para esta tarea, ubicado en la parte superior del cabezal móvil (contrapunto)

- **Torno Labor No. 07:** las rutinas semanales de conservación son:

- a. Verificar niveles de aceite lubricante en tablero, caja de engranajes del cabezal fijo, lubricar partes correspondientes en cabezal móvil (contrapunto) y llenar depósitos de aceite lubricante en guías de giro en husillos.
- b. Limpiar compartimientos donde se encuentran alojados los engranajes de cambio (lira)
- c. Limpieza y lubricación de mandril de sujeción (chuck) desmontando mordazas.
- d. Revisar funcionamiento de avances automáticos

- e. Limpieza profunda de estructura de la máquina (parte interna inferior al carro principal del torno).
- f. Lubricación de orificios dispuestos para esta tarea, con boquilla de aceitera de mano.
- g. Lubricación en dispuestos en el contrapunto.

4.4.2.3 Mantenimiento mensual

Se realiza para tener certeza del adecuado funcionamiento de las máquinas y reparar cualquier anomalía que pueda presentarse en el menor tiempo posible.

- **Tornos FBM. 16. No. 01 y 02:** las rutinas mensuales de conservación son:
 - a. Revisar el estado de fajas de transmisión de potencia.
 - b. Limpieza profunda y lubricación en guía y tornillo de carro transversal (aplicar aceite lubricante)
 - c. Limpieza y lubricación a fondo de cremallera principal del torno. Aplicando grasa lubricante en la cremallera principal, 30cm. del mandril de sujeción en dirección hacia el contrapunto.
 - d. Ajuste de tuercas y tornillos en mecanismos y estructura de la máquina
 - e. Revisar sistema eléctrico (conexiones eléctricas, rangos de voltaje y amperaje en motores).
 - f. Lubricación en engranajes de cambio con grasa lubricante.
 - g. Verificar estado de rodamientos de husillo principal del cabezal fijo.
 - h. Verificar ruidos anormales no percibidos en condiciones normales de funcionamiento.

- **Torno FIN 180 (Nozotti) No. 03:** las rutinas mensuales de conservación son:
 - a. Revisar el estado de fajas de transmisión de potencia.
 - b. Limpieza profunda y lubricación en guía y tornillo de carro transversal (aplicar aceite lubricante)
 - c. Limpieza y lubricación a fondo de cremallera principal del torno. Aplicar grasa lubricante en cremallera principal, 30cm. del mandril de sujeción en dirección al contrapunto.

- d. Ajuste de tuercas y tornillos en mecanismos y estructura de la máquina
- e. Revisar sistema eléctrico (conexiones eléctricas, rangos de voltaje y amperaje en motores).
- f. Lubricación en engranajes de cambio por medio de grasa lubricante.
- g. Verificar estado de rodamientos en husillo de giro en el cabezal fijo.
- h. Verificar ruidos anormales no percibidos en condiciones normales de funcionamiento.

- **Torno Grazioli No. 04:** las rutinas mensuales de conservación son:

- a. Revisar el estado de fajas de transmisión de potencia.
- b. Limpieza profunda y lubricación en guía y tornillo de carro transversal (por medio de graseras de mano y en tornillo aceite lubricante)
- c. Limpieza y lubricación a fondo de cremallera principal del torno. Aplicar grasa lubricante en cremallera principal
- d. Ajuste de tuercas y tornillos en mecanismos y estructura de la máquina
- e. Revisar sistema eléctrico (conexiones eléctricas, medir rangos de voltaje y amperaje en motores) quitando tapa trasera ubicada en parte posterior del torno.
- f. Lubricación en engranajes de cambio por medio de grasa lubricante.
- g. Verificar estado de rodamientos en husillo de giro en el cabezal fijo.
- h. Verificar ruidos anormales no percibidos en condiciones normales de funcionamiento.
- i. Lubricar mecanismos de transmisión de potencia con graseras de mano, en orificios dispuestos para esta tarea removiendo compartimiento en parte posterior del torno.

- **Torno Fovagliari & C No. 05:** las rutinas mensuales de conservación son:

- a. Revisar el estado de fajas de transmisión de potencia.
- b. Limpieza profunda y lubricación en guía y tornillo de carro transversal (aplicar aceite lubricante)
- c. Limpieza y lubricación a fondo de cremallera principal del torno. Aplicar grasa lubricante en cremallera principal, 30cm. del mandril de sujeción en dirección al contrapunto.
- d. Ajuste de tuercas y tornillos en mecanismos y estructura de la máquina

- e. Revisar sistema eléctrico (conexiones eléctricas, rangos de voltaje y amperaje en motores).
- f. Lubricación en engranajes de cambio por medio de grasa lubricante.
- g. Verificar estado de rodamientos en husillo de giro en el cabezal fijo.
- h. Verificar ruidos anormales no percibidos en condiciones normales de funcionamiento.

- **Torno Eolo 260 No. 06:** las rutinas mensuales de conservación son:

- a. Revisar el estado de fajas de transmisión de potencia.
- b. Limpieza profunda y lubricación en guía y tornillo de carro transversal (aplicar aceite lubricante)
- c. Limpieza y lubricación a fondo de cremallera principal del torno. Aplicar grasa lubricante en cremallera principal, 30cm. del mandril de sujeción en dirección al contrapunto.
- d. Ajuste de tuercas y tornillos en mecanismos y estructura de la máquina
- e. Revisar sistema eléctrico (conexiones eléctricas, rangos de voltaje y amperaje en motores).
- f. Lubricación en engranajes de cambio por medio de grasa lubricante.
- g. Verificar estado de rodamientos en husillo de giro en el cabezal fijo.
- h. Verificar ruidos anormales no percibidos en condiciones normales de funcionamiento.

- **Torno Labor No. 07:** las rutinas mensuales de conservación son:

- a. Revisar el estado de fajas de transmisión de potencia.
- b. Limpieza profunda y lubricación en guía y tornillo de carro transversal (aplicar aceite lubricante)
- c. Limpieza y lubricación a fondo de cremallera principal del torno. Aplicar grasa lubricante en cremallera principal, 30cm. del mandril de sujeción en dirección al contrapunto.
- d. Ajuste de tuercas y tornillos en mecanismos y estructura de la máquina
- e. Revisar sistema eléctrico (conexiones eléctricas, rangos de voltaje y amperaje en motores).

- f. Lubricación en engranajes de cambio por medio de grasa lubricante.
- g. Verificar estado de rodamientos en husillo de giro en el cabezal fijo.
- h. Verificar ruidos anormales no percibidos en condiciones normales de funcionamiento.

4.4.2.4 Mantenimiento anual

Básicamente se realiza con el fin de preservar el recurso y realizar reparaciones mayores.

- **Tornos FBM. 16. No. 01 y 02:** las rutinas anuales de conservación son
 - a. Cambio y limpieza profunda en depósitos de aceite lubricante en lugares correspondientes (caja de engranajes del cabezal fijo, tablero, depósito en guías de husillos de giro y automáticos).
 - b. Cambio de rodamientos en cabezal fijo (el cambio depende del estado y tiempo de uso de la máquina).
 - c. Verificar cimentación de la máquina
 - d. Cambio de rodamientos en motores (dependiendo su estado y tiempo de uso)
 - e. Cambio de fajas de transmisión de potencia en motor.
 - f. Cambio de pintura en la estructura de la máquina.
 - g. Cambio de aceite lubricante

- **Torno FIN 180 (Nozotti). no. 03:** las rutinas anuales de conservación son:
 - a. Cambio y limpieza profunda en depósitos de aceite lubricante en lugares correspondientes (caja de engranajes de cabezal fijo, tablero)
 - b. Cambio de rodamientos en cabezal fijo (el cambio depende del estado y tiempo de uso de la máquina).
 - c. Verificar cimentación de la máquina
 - d. Cambio de rodamientos en motores (dependiendo su estado y tiempo de uso)
 - e. Cambio de fajas de transmisión de potencia en motor.
 - f. Cambio de pintura en la estructura de la máquina.
 - g. Cambio de aceite lubricante.

- **Torno Grazioli No. 04:** las rutinas anuales de conservación son:
 - a. Cambio y limpieza profunda en depósitos de aceite lubricante, en caja de engranajes del cabezal fijo.
 - b. Remoción y cambio de grasa lubricante en el tablero.
 - c. Cambio de rodamientos en cabezal fijo (el cambio depende del estado y tiempo de uso de la máquina).
 - d. Verificar cimentación de la máquina
 - e. Cambio de rodamientos en motores (dependiendo su estado y tiempo de uso)
 - f. Cambio de fajas de transmisión de potencia en motor.
 - g. Cambio de pintura en la estructura de la máquina.
 - h. Cambio de aceite lubricante.

- **Torno Fovaglieri & C No. 05:** las rutinas anuales de conservación son:
 - a. Cambio y limpieza profunda en depósitos de aceite lubricante, en caja de engranajes del cabezal fijo, tablero y guía de husillos de giro.
 - b. Cambio de rodamientos en cabezal fijo (el cambio depende del estado y tiempo de uso de la máquina).
 - c. Verificar cimentación de la máquina
 - d. Cambio de cojinetes en motores (dependiendo su estado y tiempo de uso)
 - e. Cambio de fajas de transmisión de potencia en motor.
 - f. Cambio de pintura en la estructura de la máquina.
 - g. Cambio de aceite lubricante.

- **Torno Eolo 260 No. 06:** las rutinas anuales de conservación son:
 - a. Cambio y limpieza profunda en depósitos de aceite lubricante en caja de engranajes de cabezal fijo y depósito de sistema hidráulico.
 - b. Cambio de rodamientos del cabezal fijo (el cambio depende del estado y tiempo de uso de la máquina).
 - c. Cambio de fajas de transmisión de potencia.
 - d. Verificar cimentación de la máquina.
 - e. Cambio de cojinetes en motores

- f. Cambio de pintura en la estructura de la máquina.
- g. Limpieza y lubricación profunda de depósito ubicado en contrapunto.
- h. Cambio de aceite lubricante

- **Torno Labor No. 07:** las rutinas anuales de conservación son:

- a. Cambio y limpieza profunda en depósitos de aceite lubricante, en caja de engranajes del cabezal fijo, tablero y guía de husillos de giro.
- b. Cambio de rodamientos en cabezal fijo (el cambio depende del estado y tiempo de uso de la máquina).
- c. Verificar cimentación de la máquina
- d. Cambio de cojinetes en motores (dependiendo su estado y tiempo de uso)
- e. Cambio de fajas de transmisión de potencia en motor.
- f. Cambio de pintura en la estructura de la máquina.
- g. Cambio de aceite lubricante.

4.4.3 Guías para la realización del programa de mantenimiento preventivo

Estas son formatos, donde se realizarán anotaciones elementales de las máquinas para realizar el control absoluto del funcionamiento y mantenimientos respectivos de éstas. Las guías son indispensables para llevar el control absoluto de las características, funcionamiento y mantenimiento preventivo de las máquinas.

Para efectuar el programa de mantenimiento de la empresa, se necesita disponer de un listado de todas las máquinas que posee. Este listado se define como inventario técnico, dado que contiene información técnica de cada una de los tornos convencionales y maquinaria de apoyo.

El inventario técnico sugiere las siguientes guías:

- **Guía para tornos convencionales:** esta será la guía de identificación para cada torno convencional donde se anotarán las características particulares de cada máquina. Por ejemplo nombre de la máquina, marca, procedencia, modelo, serie, motor, rutinas de

preservación y mantenimiento, lubricantes a utilizar, así como servicios y cualquier información de utilidad, ver figura 4

- **Guía para maquinaria de apoyo:** esta será la guía de identificación para cada maquinaria de apoyo, similar a la guía para tornos convencionales, aunque difiere en la parte de dimensiones técnicas donde se anotará la información particular de cada máquina de apoyo, ver figura 5.

- **Guía histórica de mantenimiento:** en base a la guía de maquinaria, se elaborará una guía histórica para cada máquina. Esta guía mostrará la información necesaria anotando las fallas y averías que se hayan generado, sus causas y costo en reparaciones realizadas.

Un programa de conservación no puede llevarse a cabo de forma adecuada, hasta que no se conozca el estado real de la maquinaria, por lo tanto, la guía de conservación es la que proporciona la información necesaria, evitando gastos innecesarios de tiempo y dinero. La guía histórica de conservación se muestra en la figura 6.

- **Guía histórica para trabajos realizados fuera de la empresa:** ésta al igual que la guía de histórica de conservación es de gran importancia para la realización del programa de conservación. Registra las actividades que se realizan fuera de las instalaciones de la empresa. La guía histórica para trabajos realizados fuera de la empresa se muestra en la figura 7.

- **Guías para realización de inspecciones:** finalmente en el inventario técnico es necesario disponer con una guía para realización de inspecciones. Teniendo máquinas diferentes en la empresa es necesario contar con un método que asegure los procedimientos adecuados para que los equipos se conserven, y brinden el servicio para el cual fueron diseñados.

La guía de inspección indica al técnico encargado de conservación, los puntos a revisar en cada maquinaria o equipo, evitando de esta forma dejar cosas en memoria,

teniendo en la guía, una estructura de acuerdo a las necesidades e información necesaria para realizar esta tarea adecuadamente.

El uso de esta guía es importante, ya que los datos anotados en ésta, generan órdenes de trabajo específicas para cada máquina que presenten problema en la inspección. La guía de inspección se muestra en la figura 8

- **Guía para control de paros:** esta guía se utiliza para tener control sobre los paros ocasionados por inspecciones, fallas y averías, además indica las causas que ocasionaron éstos paros. Este control debe ser llevado por el departamento de conservación aunque también por el departamento de producción. Funciona de la siguiente forma: cada máquina contará con una hoja de control de paros. Esta se guardará en algún lugar cuando sea posible. Cuando la máquina se detenga por cualquier razón, prevista o no prevista, dentro del programa de conservación, deberá tomarse nota del paro. En este control se indicará la fecha y motivo del paro así como la duración. Cada paro anotado deberá ser avalado con la firma del operario y el técnico encargado de la reparación. La guía de control de paros se muestra en la figura 9.

- **Guía para control de órdenes de trabajo:** se utiliza como control personal para el ingeniero encargado del departamento de conservación, quien supervisa las actividades realizadas, sobre todo las que no son rutinarias. La idea es tener en una sola hoja todas las órdenes que se emitieron recientemente para tener control de que la ejecución se realice en la fecha estipulada.

El técnico operario encargado de conservación, debe escribir en el espacio correspondiente según número correlativo, si el trabajo debe realizarse afuera de la empresa, etc. Todos los trabajos encargados al departamento de conservación, deberán ir respaldados con la orden de trabajo respectiva. La guía para control de órdenes de trabajo se muestra en la figura 10.

- **Guía de reporte mensual de actividades a gerente general**

Esta debe realizarse en forma mensual, acumulándose hasta llegar al año. De los reportes generados, se tomará la medida que servirá como referencia de comparación para reportes futuros.

En éste reporte aparecen el número de trabajos efectuados en forma planificada, así como el número total de trabajos efectuados. El cociente del trabajo programado dividido por el trabajo total efectuado y multiplicado por cien, da como resultado el porcentaje de trabajos planeados, lo que es un índice del orden que el trabajo sigue realmente. Éste porcentaje también indica si la frecuencia de inspección está correcta o si requiere algún ajuste. También deberá indicarse las reparaciones que hayan tenido más trascendencia durante el mes. La guía de reporte mensual se muestra en la figura 11.

- **Guía de información mensual de actividades a gerencia general**

Con ésta guía se mantiene informado al gerente general y propietario la marcha de la empresa por parte del departamento de conservación. Este reporte vendrá a completar la información que el gerente general recibe del departamento de producción.

En ésta guía aparecen el total de trabajos planificados al igual que los trabajos totales y el porcentaje de planificación, similar al reporte anterior. El reporte incluirá únicamente los trabajos realizados fuera de la empresa.

La información en ambos reportes deberá expresarse en horas-hombre, de ser posible. Con este reporte el gerente general estará enterado como esta el funcionando la conservación dentro de la empresa. La guía correspondiente se muestra en la figura 12.

Figura 4. Guía para tornos convencionales

Maquinados Precisos. Departamento de Conservación

GUÍA PARA TORNOS CONVENCIONALES

Marca del torno:		Modelo:			
Código:		Serie:			
Fabricante y lugar de procedencia:					
Fecha de Instalación: (mes, año)					
Costo Inicial:					
Motor marca:	Fases	Amperaje	Voltaje	rpm	Otros
Bomba marca:	Fases	Amperaje	Voltaje	rpm	Otros
Dimensiones	Bancada	Volteo	Entre puntas	Volteo sin escote	
Técnicas (cm):					
Otros:					
Tipo de lubricantes a utilizar:	Bancada	Guías	Cremallera	Caja engranajes	
Rutinas de preservación:					
Rutinas de mantenimiento:					
Datos de repuestos:					
Proveedores de repuestos:					
Teléfonos:					
Observaciones:					

Figura 5. Guía para maquinaria de apoyo

Maquinados Precisos Departamento de Conservación

GUÍA PARA MAQUINARIA DE APOYO

Máquina:	Modelo:				
Marca:	Serie				
Código:					
Fabricante y lugar de procedencia					
Fecha de Instalación:					
Costo Inicial					
Motor marca:	Fases	Amperaje	Voltaje	rpm	Otros
Bomba marca:	Fases	Amperaje	Voltaje	rpm	Otros:
Dimensiones técnicas:					
Parte					
Disensiones (cm.)					
Lubricante a					
Utilizar:					
Otros:					
Rutinas de preservación:					
Rutinas de mantenimiento:					
Datos de repuestos:					
Proveedores de repuestos:					
Teléfonos:					
Observaciones:					

Figura 8. Guía para la realización de inspecciones

Maquinados Precisos. Departamento de Conservación

No.

Fecha:

GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE INSPECCIONES

Comprobar el funcionamiento de los elementos mecánicos y condiciones de trabajo, enumerados verificando su estado y condiciones de trabajo, realizando las observaciones correspondientes.

Código	Elemento mecánico a revisar	Rutina. Marque (X)					Estado: adecuado (a) inadecuado (I)	Observaciones
		Diario	Semanal	Mensual	Anual	Otros:		
	Ajuste de tornillos y tuercas							
	Cambio de aceite a depósito.							
	Cambio de aceite a diferencial							
	Cimentación de la máquina							
	Conexiones eléctricas							
	Encendido							
	Engranajes de cambio							
	Estado de automáticos							
	Fajas							
	Fugas de aceite lubricante							
	Guía husillos de giro							
	Guías carro transversal							
	Husillo cabezal fijo							
	Husillo de contrapunto							
	Husillo de giro y automáticos							
	Limpieza bancada							
	Limpieza chuck							
	Limpieza en estructura							
	Limpieza portaelectrodos							
	Lubricación bancada							
	Lubricación en graseras							
	Mantenimiento a motor (MCI)							
	Motor							
	Nivel de aceite cabezal fijo							
	Nivele de aceite en tablero							
	Palancas de accionamiento							
	Pintura general							
	Rodamientos							
	Servicio general 20,000 km.							
	Servicio general 5,000 km.							
	Vibraciones en la máquina							
	Otros:							

Tiempo invertido en la inspección:

Inspección realizada por _____ (f) _____

Nombre: _____

4.4.4 Estimación económica del programa de conservación actual, para rutinas a realizar dentro de la empresa

Los estimación económica para llevar a cabo rutinas de conservación, serán aplicados a máquinas-herramientas, ya que para maquinaria de apoyo como se mencionó, se contratan servicios fuera de la empresa y los costos varían según el proveedor de estos servicios.

4.4.4.1 Análisis Costo Beneficio en función del mantenimiento diario rutinas actuales

- **Costo diario**

1. **Costo mano de obra:**

$$\text{Costo mano de obra} = (\text{horas/máquina})(\text{no. máquinas})(\text{costo/hora-hombre})$$

$$\text{Horas/máquina} = 10 \text{ min.} = 0.166 \text{ hrs.}$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Costo /hora-hombre} = \text{Q. } 5.80$$

$$\text{Costo mano de obra} = (0.166)(10)(5.80) = \text{Q. } 9.63$$

2. **Costo Lubricantes:**

$$\text{Costo aceite lub.} = (\text{costo/litro})(\text{no. máquinas})(\text{litro/máquina})$$

$$\text{Costo/litro} = \text{Q. } 19.15$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Litro/máquina} = 0.02 \text{ lts.}$$

$$\text{Costo aceite lub.} = (19.15)(10)(0.03) = \text{Q. } 5.74$$

3. **Costo de insumos:**

$$\text{Costo de wipe} = (\text{costo/libra})(\text{no. maquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/libra} = \text{Q. } 5.00$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.125 \text{ lb}$$

$$\text{Costo de wipe} = (5.00)(10)(0.125) = \text{Q. } 6.25$$

$$\text{Costo total diario} = \text{Q. } 21.62$$

- **Costo semanal**

- 1. Costo mano de obra:**

$$\text{Costo mano de obra} = (\text{horas/máquina})(\text{no. máquinas})(\text{costo/hora-hombre})$$

$$\text{Horas/máquina} = 15 \text{ min.} = 0.25 \text{ hrs.}$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Costo /hora-hombre} = \text{Q. } 5.80$$

$$\text{Costo mano de obra} = (0.25)(10)(5.80) = \text{Q. } 14.50$$

- 2. Costo lubricantes:**

$$\text{Costo aceite lub.} = (\text{costo/litro})(\text{no. máquinas})(\text{litro/máquina})$$

$$\text{Costo/litro} = \text{Q. } 19.15$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Litro/máquina} = 0.05 \text{ lts.}$$

$$\text{Costo aceite lub.} = (19.15)(10)(0.05) = \text{Q. } 9.60$$

$$\text{Costo grasa lub.} = (\text{costo/onza})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/onza} = \text{Q. } 1.25$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad /máquina} = 1.0 \text{ onza}$$

$$\text{Costo grasa lub.} = (1.25)(10)(1.0) = \text{Q. } 12.50$$

- 3. Costo de insumos:**

$$\text{Costo de wipe} = (\text{costo/libra})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/libra} = \text{Q. } 5.00$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.25 \text{ lb}$$

$$\text{Costo de wipe} = (5.00)(10)(0.25) = \text{Q. } 12.50$$

$$\text{Costo de diesel} = (\text{costo/galón})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/galón} = \text{Q. } 19.50$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.1 \text{ galón}$$

$$\text{Costo de diesel} = (19.50)(10)(0.1) = \text{Q. } 19.50$$

$$\text{Costo total semanal} = \text{Q. } 68.60$$

- **Costo mensual**

- 1. Costo mano de obra:**

$$\text{Costo mano de obra} = (\text{horas/máquina})(\text{no. máquinas})(\text{costo/hora-hombre})$$

$$\text{Horas/máquina} = 20 \text{ min.} = 0.33 \text{ hrs.}$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Costo /hora-hombre} = \text{Q. } 5.80$$

$$\text{Costo mano de obra} = (0.33)(10)(5.80) = \text{Q. } 19.14$$

- 2. Costo Lubricantes:**

$$\text{Costo aceite lub.} = (\text{costo/litro})(\text{no. máquinas})(\text{litro/máquina})$$

$$\text{Costo/litro} = \text{Q. } 19.15$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Litro/torno} = 0.15 \text{ lts.}$$

$$\text{Costo aceite lub.} = (19.15)(10)(0.15) = \text{Q. } 28.73$$

$$\text{Costo grasa lub.} = (\text{costo/onza})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/onza} = \text{Q. } 1.25$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad /máquina} = 2.0 \text{ onzas}$$

$$\text{Costo grasa lub.} = (1.25)(10)(2.0) = \text{Q. } 25.00$$

- 3. Costo de insumos:**

$$\text{Costo de wipe} = (\text{costo/libra})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/libra} = \text{Q. } 5.00$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.5 \text{ lb}$$

$$\text{Costo de wipe} = (5.00)(10)(0.5) = \text{Q. } 25.00$$

$$\text{Costo de diesel} = (\text{costo/galón})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/galón} = \text{Q. } 19.50$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.2 \text{ galón}$$

$$\text{Costo de diesel} = (19.50)(10)(0.2) = \text{Q. } 39.00$$

$$\text{Costo total mensual} = \text{Q. } 139.87$$

- **Costo anual**

- 1. Costo mano de obra:**

Costo mano de obra = (horas/máquina)(no. máquinas)(costo/hora-hombre)

Horas/máquina = 4.0 hrs.

No. máquinas = 10

Costo /hora-hombre = Q. 5.80

Costo mano de obra = (4.0)(10)(5.80) = Q. 232.00

- 2. Costo Lubricantes:**

Costo aceite lub. = (costo/litro)(no. máquinas)(litro/máquina)

Costo/litro = Q. 19.15

No. máquinas = 10

Litro/torno = 1.5 galones = 5.67 litros

Costo aceite lub. = (19.15)(10)(5.67) = Q. 1085.00

Costo grasa lub. = (costo/onza)(no. máquinas)(cantidad/máquina)

Costo/onza = Q. 1.25

No. máquinas = 10

Cantidad /máquina = 0.75 lbs = 12 onzas

Costo grasa lub. = (1.25)(10)(12.0) = Q. 150.00

- 3. Costo de insumos:**

Costo de wipe = (costo/libra)(no. máquinas)(cantidad/máquina)

Costo/libra = Q. 5.00

No. Máquinas = 10

Cantidad/máquina = 1.0 lb

Costo de wipe = (5.00)(10)(1.0) = Q. 50.00

Costo de diesel = (costo/galón)(no. máquinas)(cantidad/máquina)

Costo/galón = Q.19.50

No. Máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0.5 galón

Costo de diesel = (19.50)(10)(0.5) = Q. 97.50

4. Otros:

Costo de fajas = (costo/faja)(no máquinas)(cantidad de fajas/máquina)

Costo/faja Q. 27.00

No máquinas = 10

Cantidad de fajas/máquina = 3.0

$$\text{Costo de fajas} = (27.00)(10)(3) = \text{Q. } 810.00$$

Costo de pintura = (costo/galón)(no máquinas)(cantidad/máquina)

Costo/galón = Q. 110.00

No máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0.75 gl.

$$\text{Costo de pintura} = (110)(10)(0.75) = \text{Q. } 825.00$$

Costo total anual = Q. 3249.50

Resumen:

Costo de rutina diaria anual Q. 21.62 x 360 días = Q. 7,783.20

Costo de rutina semanal al año Q. 68.60 x 52 sem. = Q. 3,567.20

Costo de rutina mensual al año Q. 139.87 x 12 meses = Q. 1,678.44

Costo de rutina anual Q. 3249.50 x 1 año = Q. 3,249.50

Costo estimado total al año, para rutinas de conservación = Q. 16,278.34

4.4.4.2 Análisis Costo Beneficio en función del mantenimiento utilizando las rutinas propuestas del nuevo procedimiento

- Costo diario

4. Costo mano de obra:

Costo mano de obra = (horas/máquina)(no. máquinas)(costo/hora-hombre)

Horas/máquina = 5 min. = 0.0833 hrs.

No. máquinas = 10

Costo /hora-hombre = Q. 5.80

$$\text{Costo mano de obra} = (0.0833)(10)(5.80) = \text{Q. } 4.83$$

5. Costo Lubricantes:

$$\text{Costo aceite lub.} = (\text{costo/litro})(\text{no. máquinas})(\text{litro/máquina})$$

$$\text{Costo/litro} = \text{Q. } 19.15$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Litro/máquina} = 0.02 \text{ lts.}$$

$$\text{Costo aceite lub.} = (19.15)(10)(0.03) = \text{Q. } 5.74$$

6. Costo de insumos:

$$\text{Costo de wipe} = (\text{costo/libra})(\text{no. maquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/libra} = \text{Q. } 5.00$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.125 \text{ lb}$$

$$\text{Costo de wipe} = (5.00)(10)(0.125) = \text{Q. } 6.25$$

$$\text{Costo total diario} = \text{Q. } 16.82$$

• **Costo mensual**

1. Costo mano de obra:

$$\text{Costo mano de obra} = (\text{horas/máquina})(\text{no. máquinas})(\text{costo/hora-hombre})$$

$$\text{Horas/máquina} = 15 \text{ min.} = 0.25 \text{ hrs.}$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Costo /hora-hombre} = \text{Q. } 5.80$$

$$\text{Costo mano de obra} = (0.25)(10)(5.80) = \text{Q. } 14.50$$

2. Costo Lubricantes:

$$\text{Costo aceite lub.} = (\text{costo/litro})(\text{no. máquinas})(\text{litro/máquina})$$

$$\text{Costo/litro} = \text{Q. } 19.15$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Litro/torno} = 0.15 \text{ lts.}$$

$$\text{Costo aceite lub.} = (19.15)(10)(0.15) = \text{Q. } 28.73$$

$$\text{Costo grasa lub.} = (\text{costo/onza})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/onza} = \text{Q. } 1.25$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad /máquina} = 2.0 \text{ onzas}$$

$$\text{Costo grasa lub.} = (1.25)(10)(2.0) = \text{Q. } 25.00$$

3. Costo de insumos:

$$\text{Costo de wipe} = (\text{costo/libra})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/libra} = \text{Q. } 5.00$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.5 \text{ lb}$$

$$\text{Costo de wipe} = (5.00)(10)(0.5) = \text{Q. } 25.00$$

$$\text{Costo de diesel} = (\text{costo/galón})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/galón} = \text{Q. } 19.50$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.2 \text{ galón}$$

$$\text{Costo de diesel} = (19.50)(10)(0.2) = \text{Q. } 39.00$$

$$\text{Costo total mensual} = \text{Q. } 132.23$$

- **Costo anual**

1. Costo mano de obra:

$$\text{Costo mano de obra} = (\text{horas/máquina})(\text{no. máquinas})(\text{costo/hora-hombre})$$

$$\text{Horas/máquina} = 3.0 \text{ hrs.}$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Costo /hora-hombre} = \text{Q. } 5.80$$

$$\text{Costo mano de obra} = (3.0)(10)(5.80) = \text{Q. } 174.00$$

2. Costo Lubricantes:

$$\text{Costo aceite lub.} = (\text{costo/litro})(\text{no. máquinas})(\text{litro/máquina})$$

$$\text{Costo/litro} = \text{Q. } 19.15$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Litro/torno} = 1.5 \text{ galones} = 5.67 \text{ litros}$$

$$\text{Costo aceite lub.} = (19.15)(10)(5.67) = \text{Q. } 1085.00$$

$$\text{Costo grasa lub.} = (\text{costo/onza})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/onza} = \text{Q. } 1.25$$

$$\text{No. máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad /máquina} = 0.75 \text{ lbs} = 12 \text{ onzas}$$

$$\text{Costo grasa lub.} = (1.25)(10)(12.0) = \text{Q. } 150.00$$

3. Costo de insumos:

$$\text{Costo de wipe} = (\text{costo/libra})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/libra} = \text{Q. } 5.00$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 1.0 \text{ lb}$$

$$\text{Costo de wipe} = (5.00)(10)(1.0) = \text{Q. } 50.00$$

$$\text{Costo de diesel} = (\text{costo/galón})(\text{no. máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/galón} = \text{Q. } 19.50$$

$$\text{No. Máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.5 \text{ galón}$$

$$\text{Costo de diesel} = (19.50)(10)(0.5) = \text{Q. } 97.50$$

7. Otros:

$$\text{Costo de fajas} = (\text{costo/faja})(\text{no máquinas})(\text{cantidad de fajas/máquina})$$

$$\text{Costo/faja} = \text{Q. } 27.00$$

$$\text{No máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad de fajas/máquina} = 3.0$$

$$\text{Costo de fajas} = (27.00)(10)(3) = \text{Q. } 810.00$$

$$\text{Costo de pintura} = (\text{costo/galón})(\text{no máquinas})(\text{cantidad/máquina})$$

$$\text{Costo/galón} = \text{Q. } 110.00$$

$$\text{No máquinas} = 10$$

$$\text{Cantidad/máquina} = 0.75 \text{ gl.}$$

$$\text{Costo de pintura} = (110)(10)(0.75) = \text{Q. } 825.00$$

$$\text{Costo total anual} = \text{Q. } 3191.5$$

Resumen:

$$\text{Costo de rutina diaria anual} \quad \text{Q. } 16.82 \times 360 \text{ días} = \text{Q. } 6,055.70$$

$$\text{Costo de rutina mensual al año} \quad \text{Q. } 132.23 \times 12 \text{ meses} = \text{Q. } 1,586.77$$

$$\underline{\text{Costo de rutina anual}} \quad \underline{\text{Q. } 3249.50 \times 1 \text{ año}} = \underline{\text{Q. } 3,191.50}$$

$$\text{Costo estimado total al año, para rutinas de conservación} = \text{Q. } 10,833.97$$

Ahorro

Procedimiento actual **Q. 16,278.34**

Procedimiento propuesto **Q. 10,833.97**

Ahorro **Q. 5,444.37 equivalente a 33.44%**

BENEFICIOS

1. El costo del programa de mantenimiento propuesto se logra una ahorro de 33.4% sobre el costo actual de mantenimiento preventivo.
2. El costo anual es alto, pero el beneficio de tener el equipo en operación es alto, ya que la precisión del equipo se asegura.
3. Con la implementación del programa preventivo, nos anticiparemos al apareamiento de cualquier falla en los equipos.
4. La disponibilidad de los equipos aumentará
5. La confiabilidad de los equipos aumentará
6. Evitaremos costos de mano de obra ociosa.
7. La empresa se asegura de tener equipo en buenas condiciones para ejecutar los trabajos asignados por los clientes que estén certificados
8. Se evitará retrasos en las órdenes de trabajo asignadas
9. El costo se reduce en un 25% adicional, ya que por naturaleza de algunos trabajos es necesario complementarse con otras máquinas, esto implica que el torno debe parar.

4.4.5 INDICES DE MANTENIMIENTO PROPUESTOS A LA EMPRESA

Los índices propuestos para llevar un control en la empresa serán los siguientes:

Tiempo medio entre fallas (TMEF)

Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{\sum \left(\frac{\text{Número de ocurrencias en un período observado} \times \text{Tiempo de operación expresado en horas}}{\sum \text{Número total de fallas detectadas de los equipos observados}} \right)}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

- **Disponibilidad de equipos (DISP)**

Relación entre la diferencia del número de horas del período considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del período considerado.

La disponibilidad de un ítem representa el porcentaje del tiempo en que quedó a disponibilidad del órgano de operación para desempeñar su actividad.

$$\text{Disponibilidad de equipos} = \frac{\sum \left(\frac{\text{Número total de horas del periodo considerado (horas calendario)} - \sum \text{Número de horas de intervención del personal de mantenimiento}}{\sum \text{Número total de horas del periodo considerado (horas calendario)}} \right) \times 100$$

El índice de disponibilidad también es identificado como *Performance* o desempeño de equipos y para ítems de operación eventual, puede ser calculado como la relación entre el tiempo total de operación de cada uno y la suma de este tiempo con el respectivo tiempo total de mantenimiento en el período considerado.

4.5 Discusión de resultados

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA	
PREGUNTAS DE GUÍA	RESPUESTAS S/INFORMACIÓN OBTENIDA
<p>¿El servicio que presta la empresa a sus clientes actuales y potenciales, justifica un programa de mantenimiento preventivo sistematizado?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo a la cartera de clientes sí se justifica ya que se atiende al mercado industrial guatemalteco (gran empresa). Algunas de ellas ya están certificadas con ISO 9000. Por la importancia de las industrias unas exportan a EEUU y otras lo harán en un futuro próximo.
<p>¿Da servicio la empresa a empresas que están adscritas al tratado de libre comercio?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sí. Otras exportan a Centroamérica, México y el Caribe
<p>¿Debilidades y fortalezas del programa actual de mantenimiento?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Como debilidades tenemos lo siguiente: El programa se creó como un conjunto de rutinas de aplicación a las máquinas sin tener una disciplina adecuada para poderlas llevar a cabo. • Las políticas de la empresas están centradas en la producción, por ese motivo a veces se posponen las rutinas de mantenimiento. • Las rutinas están ambiguas en algunos formatos que se tienen • Cuando se diseñó el programa de mantenimiento faltó visión de proyección hasta donde se podía hacerse. • El personal está conciente de que el buen mantenimiento, ayudará a ser más productivos. Ya que las máquinas estarán en buenas condiciones. • Existe un clima adecuado de comunicación con el personal y este

<p>¿Está sistematizado el programa actual de mantenimiento preventivo?</p>	<p>está presto a ayudar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La gerencia está convencida en que se apoye el programa y llevarlo a su culminación. • El programa fue planificado como rutinas de mantenimiento diario, semanal , mensual y anual. Estos planes están ordenados para ejecutarse de acuerdo a las fechas programadas.
<p>¿Es la vida útil del equipo adecuada para invertir en mantenimiento?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El equipo que fue comprado es usado, pero en buen estado. • De acuerdo a 10 años de uso, los paros por falla han sido mínimos. • De acuerdo al estado justifica mantener el equipo.
<p>¿Es elevado el historial de paros?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con los historiales de 10 años, solo una máquina falló por destrucción de una faja en un trabajo de urgencia. • Las reparaciones que se han realizado fueron programadas. • La disponibilidad es alta, además los equipos son redundantes.
<p>¿Está conciente la gerencia del impacto del costo del mantenimiento preventivo?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo a datos obtenidos, el costo es elevado, y este estudio busca un equilibrio y reducción de éste costo.
<p>¿Son adecuados los tiempos de ejecución del mantenimiento actual?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analizando las rutinas se semanales se observó que el tiempo de ejecución era muy próximo entre ellas. Esto está encareciendo el mantenimiento. • El objetivo de este estudio es estandarizar las rutinas para disminuir

<p>¿Son adecuadas las rutinas de mantenimiento actuales?</p>	<p>el costo del mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizando que se hace y lo que se obtiene se consideran adecuadas. • Es necesario ver si es posible hacer algunas operaciones simultáneas para ahorrar tiempo.
<p>¿Son adecuadas las técnicas que se utilizan actualmente?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Son técnicas que se analizaron antes de iniciar el programa actual
<p>¿Está debidamente registrada la información de la maquinaria?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se tiene el archivo con todas las máquinas registradas y maquinaria de apoyo • El sistema es manual y registrado en hojas no formales, pero existe.
<p>¿Existe hiper mantenimiento en la actualidad?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si hay exceso de mantenimiento programado, pero no se ejecuta en un 100% por respetar el plan de producción. • Se observó que las rutinas semanales están muy próximas, es necesario espaciarlas
<p>¿Se dispone de los recursos materiales, técnicos y económicos para el mantenimiento preventivo?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En la empresa se dispone de todos los recursos para llevar a buen termino el mantenimiento preventivo
<p>¿Se tienen los insumos justo antes de iniciar el mantenimiento?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El mantenimiento es programado, por tal motivo se tienen los recursos a tiempo.
<p>¿Cuál es la problemática que se a encontrado para ejecutar el mantenimiento actual?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente es el programa de producción, ya que siempre está bien cargado de órdenes de trabajo • Dentro de las órdenes de trabajo siempre se dan urgencias de parte de

<p>¿Está el personal debidamente sensibilizado hacia los objetivos del mantenimiento preventivo?</p> <p>¿Se dispone de personal calificado para ejecutar las diversas rutinas del mantenimiento?</p> <p>¿Qué opina el personal de las rutinas de mantenimiento?</p> <p>¿Es adecuada la actitud del personal hacia los objetivos del mantenimiento?</p> <p>¿Qué aportes puede el personal proponer para mejorar el mantenimiento?</p>	<p>los clientes que es necesario atender, motivo por el cuál no se atiende el mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es necesario dar inducción al personal nuevo, ya que el tiempo de adaptación y que estos tomen confianza con los equipos es largo, por lo que el tiempo de mantenimiento se alarga más de lo debido. • Por las urgencias de parte de los clientes o el programa de producción, no se asigna un operario de mayor experiencia para que efectúe las rutinas de mantenimiento. • Se encontró que no todos los operarios están sensibilizados, es necesario darles una orientación hacia los objetivos que se persiguen? • El personal que labora está calificado para realizar las diversas operaciones del mantenimiento • De acuerdo a las entrevistas, las consideran adecuadas al equipo que se le da el mantenimiento preventivo • Solicitan efectuar las operaciones de mantenimiento el sábado por la tarde, cuando el personal deja de trabajar. Para evitar la molestia del diessel. • El personal entrevistado se muestra muy receptivo y de acuerdo con los objetivos del mantenimiento preventivo. • Como el personal operativo está cerca y muy relacionado con el equipo, es el más indicado para informar de cualquier anomalía que presente el equipo.
--	---

<p>¿Está conciente el personal del papel que juega la lubricación en la maquinaria?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El personal antiguo está conciente, el personal nuevo mostró dudas
<p>¿Se justifica la tercerización de algunos servicios?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se tiene tercerizado el servicio de mantenimiento de los motores eléctricos. Internamente no hay personal capacitado para darle mantenimiento. Por tal motivo se justifica.
<p>¿Qué indicadores de mantenimiento son los más adecuados para implementarlos en la empresa?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario hacer una investigación bibliográfica para identificar los indicadores que se adecuan a la empresa, para medir la eficiencia con que se realiza el mantenimiento y la disponibilidad de la maquinaria.
<p>¿El producto obtenido de la maquinaria es aceptable?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Después de efectuar las rutinas de mantenimiento, se procede a efectuar un trabajo programado y se procede a revisar si la máquina se comporta adecuadamente. O es necesario efectuarle ajustes para mejorarla.

CONCLUSIONES

1. Se actualizó el programa de mantenimiento preventivo, optimizando las rutinas de mantenimiento y capacitando al personal operativo en un marco económico.
2. Se optimizó el costo del mantenimiento preventivo con un ahorro de 33% del costo del programa anterior.
3. La disponibilidad del equipo queda garantizada con el programa de mantenimiento preventivo por la frecuencia de las rutinas diseñadas
4. Se optimizaron las rutinas del mantenimiento preventivo, eliminando las rutinas repetitivas
5. Se confirmó exceso de mantenimiento preventivo programado, encareciendo el programa anterior.
6. Se comprobó que el mantenimiento programado en ciertas ocasiones no se realizaba por responder a las demandas de producción
7. Las máquinas no han presentado paros imprevistos que impacten negativamente la disponibilidad, esto implica su confiabilidad por ser un equipo preciso.
8. Las máquinas herramientas utilizadas son muy confiables por ser un equipo de precisión, éstas no han presentado paros imprevistos aún después de 10 años de uso.
9. Se evidenció que el personal operativo tenía carencias de información respecto al tema de lubricación

10. El presente programa de mantenimiento preventivo puede utilizarse como guía en una micro empresa similar, ya que no hay información disponible que sea confiable
11. El programa de mantenimiento preventivo anterior, no responde a las exigencias de una producción sostenida por parte de los clientes de la Empresa
12. Se comprobó la calidad del producto realizado con el equipo en funciones
13. Con el presente programa de mantenimiento la empresa puede dar servicio con mayor confianza a sus clientes certificados.

RECOMENDACIONES

1. Es de suma importancia dar seguimiento al programa de mantenimiento preventivo, para evitar salirse del presupuesto estimado
2. Es necesario implementar un curso de lubricación al personal de mantenimiento
3. Debe dársele seguimiento al personal de mantenimiento para asegurar que se cumple con las rutinas planeadas
4. Coordinar con producción para planear el momento preciso de ejecutar las rutinas de mantenimiento preventivo.
5. Revisar el presente programa cada 6 meses, para hacer las correcciones pertinentes y lograr que esté actualizado a las necesidades de los clientes
6. Iniciar el control del mantenimiento con la implementación de los índices propuestos
7. Publicar la calendarización propuesta, para iniciar el programa de mantenimiento preventivo
8. Continuar con la tercerización del mantenimiento de los motores eléctricos de las máquinas
9. Buscar nuevos lubricantes que proporcionen aditivos de alta calidad y mejor precio
10. Después de la implementación del programa propuesto, continuarlo con las fresadoras y maquinaria de apoyo.

11. Dar seguimiento a los costos del proyecto para que éstos no se vayan a salir de control

BIBLIOGRAFÍA

1. Enrique Dounce Villanueva. Carlos López de León. **La productividad en el mantenimiento industrial** Editorial Continental. 2003. 345pp
2. Joel Levitt. **Preventive and Predictive Maintenance** Editorial Industrial Press. 2003. 209pp
3. Hugo Alberto Coxaj Velásquez. **Organización de un programa de mantenimiento de un taller de maquinas herramientas, caso de talleres AGMA** Tesis de graduación ingeniero mecánico. 1994 100pp
4. Estuardo Dardón. **Programa de conservación para tornos convencionales y maquinaria de apoyo para la empresa Maquinados Precisos** Tesis de graduación ingeniero mecánico. 2005 132pp
5. Lourival, Tavares Augusto. **Índices de Mantenimiento RM.** Revista de Mantenimiento, (Chile) 2000 (34pp)
6. Duffuaa, Raouf, Dixxon. **Sistemas de mantenimiento planeación y control** Editorial Limusa. 2006. 419pp

ANEXOS

ANEXOS

FICHAS DE REGISTRO

EMPRESA: MAQUINADOS PRECISOS

FECHA:

1. CÓDIGO MÁQUINA:

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

2.1 MOTOR ELÉCTRICO PRINCIPAL

- 2.1.1 MARCA:
- 2.1.2 POTENCIA
- 2.1.3 VOLTAJE
- 2.1.4 AMPERAJE
- 2.1.5 REVOLUCIONES POR MINUTO
- 2.1.6 3 FAJAS

2.2 MOTOR BOMBA DE ENFRIAMIENTO

- 2.2.1 MARCA
- 2.2.2 POTENCIA
- 2.2.3 VOLTAJE
- 2.2.4 AMPERAJE
- 2.2.5 REVOLUCIONES POR MINUTO
- 2.2.6 FRECUENCIA

2.3 LARGO DE BANCADA

2.4 RADIO DE VOLTEO

2.5 RADIO DE VOLTEO SOBRE
EL CARRO PRINCIPAL

2.6 DISTANCIA ENTRE PUNTAS

2.7 DIÁMETRO DEL HUSILLO

FICHA DE CONDICIONES DE MÁQUINA

EMPRESA: MAQUINADOS PRECISOS

FECHA:

CÓDIGO MÁQUINA:

1.0 ESTADO FÍSICO MECÁNICO:

1.1 BANCADA PRINCIPAL:

1.2 CABEZAL FIJO:

1.3 CARRO PORTAÚTIL:

1.4 CABEZAL MÓVIL:

1.5 MECANISMOS DE AVANCE:

1.6 HUSILLO DE ROSCAR:

1.7 HUSILLO DE CILINDRAR:

1.8 HUSILLO PRINCIPAL:

OBSERVACIONES GENERALES

FECHA DE INICIO DE OPERACIONES

CONCLUSIONES

NOMBRE DE LA PERSONA QUE LEVANTÓ LA
INFORMACIÓN: _____

FECHA: _____

FORMATO DE ENTREVISTA

PERSONAL INTERNO

Empresa: MAQUINADOS PRECISOS

Tipo de empresa: _____

Fecha: _____

Objetivo de entrevista: _____

Nombre del entrevistado: _____

Tiempo de laborar: _____

Es personal calificado: _____

1. ¿Cuál es su apreciación del mantenimiento que se lleva actualmente en la línea de tornos convencionales?

2. ¿Piensa que el mantenimiento le beneficia en sus labores diarias?

3. ¿Cree que se puede mejorar el mantenimiento?

4. ¿Qué recomendaciones haría para mejorar las actividades del mantenimiento?

5. ¿Cómo cree que podemos hacer más eficiente las labores del mantenimiento?

6. ¿Cree que la gerencia apoya el proyecto?

7. ¿Se siente a gusto que lo tomen en cuenta, para resolver los problemas que se presentan en su máquina?

8. ¿Qué tipo de capacitación considera que necesita, para mejorar en su trabajo?

FORMATO DE ENTREVISTA

PERSONAL EXTERNO

Empresa: MAQUINADOS PRECISOS

Tipo de empresa: _____

Fecha: _____

Objetivo de entrevista: _____

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: _____

ESPECIALIDAD: _____

