

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA  
LÍNEA DE PRENSAS EXCÉNTRICAS PARA FABRICACIÓN  
DE PRODUCTOS FERRETEROS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**HÉCTOR ENEAS HUERTA ABARCA**

**PROMOCIÓN 1993-II**

**LIMA-PERÚ**

**2 012**

# *Dedicatoria*

## **A mis Padres**

Por traerme a la vida y confiar siempre en la luz de  
esperanza de mi superación.

## **A mi Esposa**

Por su comprensión.

## **A mis Hijos**

Que seguirán el camino del conocimiento y verdad.

## **A mis Familiares**

Que me estiman de verdad.

## **A los que partieron**

**(En memoria)**

Familiares queridos que compartimos vivencias y me  
brindaron afecto.

## **A mi Alma Mater la UNI**

Por la formación y enseñanza.

## CONTENIDO

PROLOGO .....	1
---------------	---

### CAPITULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Objetivo .....	4
1.3 Limitaciones .....	4
1.4 Justificación .....	4

### CAPITULO II

#### GENERALIDADES DE PRENSAS EXCÉNTRICAS Y MANTENIMIENTO

2.1 Prensa .....	5
2.1.1 Clasificación según su sistema de accionamiento .....	5
2.1.1.1 Prensas mecánicas .....	5
2.1.2 Prensa mecánica excéntrica .....	7
2.1.2.1 Partes principales de una prensa excéntrica .....	8
2.1.3 Ventajas en la producción en serie .....	19
2.1.4 Ventajas técnico económicas .....	19
2.2 Teoría de mantenimiento .....	21
2.2.1 Concepto de mantenimiento .....	21

2.2.2 La función del mantenimiento .....	21
2.2.2.1 Función técnica a técnico – administrativa .....	22
2.2.3 Tipos de mantenimiento .....	22
2.2.3.1 Mantenimiento correctivo .....	22
2.2.3.2 Mantenimiento preventivo .....	23
2.2.3.3 Mantenimiento predictivo .....	28
2.2.3.4 Mantenimiento proactivo .....	29
2.2.3.5 Mantenimiento centrado en confiabilidad .....	31
2.2.3.6 Mantenimiento productivo total T.P.M. ....	32

### CAPITULO III

## **PANORAMA ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA**

3.1 Descripción de planta y equipos .....	35
3.1.1 Organigrama de la empresa .....	36
3.1.2 Relación de equipos existentes .....	37
3.2 Resumen de la situación actual del mantenimiento en la planta .....	43
3.3 Planteamiento del problema .....	44

### CAPITULO IV

## **DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

4.1 Historial de fallas en las prensas excéntricas .....	45
4.1.1 Resumen de fallas en cada prensa excéntrica por sistema .....	51
4.1.2 Resumen total de fallas por sistema .....	53

4.1.3 Observaciones de las acciones correctivas .....	53
4.2 Principios básicos del mantenimiento preventivo .....	54
4.2.1 Tareas de mantenimiento preventivo .....	54
4.2.2 Inspección de los equipos .....	55
4.2.2.1 Frecuencia de inspección .....	56
4.2.2.2 Lista de verificación (Check list) .....	57
4.2.3 Conservación .....	58
4.2.3.1 Limpieza de equipos .....	58
4.2.3.2 Lubricación de equipos .....	59
4.2.3.3 Ajuste y calibración del equipo .....	59
4.2.4 Reparación de los equipos .....	60
4.3 Gestión de administración del mantenimiento preventivo .....	62
4.3.1 Objetivo de la gestión de mantenimiento .....	62
4.3.2 Funciones del organigrama de mantenimiento .....	62
4.3.3 Pautas establecidas para el mantenimiento preventivo .....	65
4.4 Relación de equipos críticos .....	70
4.5 Tareas de mantenimiento .....	74
4.6 Programa de mantenimiento preventivo .....	78
4.6.1 Tiempo asignado para reparaciones .....	78
4.6.2 Elaboración del programa de mantenimiento preventivo .....	80
4.7 Índices de mantenimiento .....	83
4.8 Cálculo de indicadores .....	84

**CAPITULO V****COSTOS**

5.1	Resumen de actividades de mantenimiento preventivo y reparación ....	87
5.2	Resumen de costos de mantenimiento .....	91
5.2.1	Comparación de costos de mantenimiento de fallas .....	91
5.2.2	Comparación de costos de no producción .....	93
5.2.3	Comparación de costos totales de mantenimiento de fallas por sistemas .....	93
5.2.4	Registro de costo mensual por mantenimiento preventivo y correctivo en la línea de prensas excéntricas .....	97
5.3	Resumen de costos .....	100
<b>CONCLUSIONES</b> .....		101
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		102
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....		103
<b>ANEXOS</b> .....		104

## **PRÓLOGO**

Debido a la experiencia adquirida en el transcurso de mi desempeño y prácticas desarrolladas en las plantas de fabricación, donde se transforma desde las planchas de metal hasta obtener los diversos productos y artículos ferreteros de gran demanda, presento el siguiente Informe de Suficiencia, donde se elabora el programa de mantenimiento preventivo a las líneas de prensas excéntricas de la fábrica.

Es necesario destacar la importancia de la aplicación del programa de mantenimiento en la empresa para reducir sus costos, mejorar la eficiencia y disponibilidad de las líneas de producción.

El presente informe consta de cinco capítulos que explico de manera breve a continuación.

Capítulo I, contiene una introducción de la elaboración del trabajo, describiendo los antecedentes y definiendo el objetivo, establecemos asimismo las limitaciones respectivas y su justificación.

Capítulo II, está referido a generalidades y aspectos teóricos sobre los equipos de la línea de prensa, describiendo los sistemas que posee y funcionamiento respectivo y ventajas en el ámbito de la producción, así también, nos referimos sobre los conceptos de mantenimiento, clasificación y la importancia del mantenimiento preventivo.

Capítulo III, en esta sección se describe la situación actual de la empresa, los equipos de las principales líneas y la realidad del mantenimiento; de esta manera consideramos el planteamiento del problema.

Capítulo IV, contiene el desarrollo del *mantenimiento preventivo*, donde se define las líneas y equipos críticos, con el uso de las tablas de prioridades y criticidad se logra empezar a trabajar, estableciendo las tareas y frecuencias respectivas se obtiene el programa de mantenimiento preventivo de la línea de prensas excéntricas, finalmente se determina indicadores para el control de su gestión.

Capítulo V, aquí nos referimos a los costos, resultados y comparaciones estrictamente de los gastos como resultado del desarrollo del programa de mantenimiento preventivo.

Con el presente informe, sinceramente espero contribuir al mejoramiento de la situación actual de la planta de fabricación, es allí donde se debe empezar a tener una visión distinta sobre la importancia de la gestión de mantenimiento en las instalaciones.

Expreso mi agradecimiento a la Fábrica SERVICIOS Y TRABAJOS METALICOS S.R.L. por el aporte técnico y permitirme realizar el estudio en sus equipos e instalaciones, en especial al Gerente General Bernardino Luna Farfán por su predisposición y apoyo.

Agradezco a los profesores del XVII Curso de Actualización Profesional dictado en la Facultad de Ingeniería Mecánica, por brindar los conocimientos y técnicas que finalmente consolidaron la base para el desarrollo del presente informe.



# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

El presente informe de suficiencia ha sido elaborado considerando la importancia que debe tener el mantenimiento dentro de la estructura de una empresa, para su desarrollo se toma como base los aspectos teóricos sobre gestión de mantenimiento, así como los conceptos y casos prácticos aprendidos en el XVII Curso de Actualización Profesional dictado en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería; aplicándolo a los equipos de la línea de prensas para la fabricación de productos ferreteros.

### **1.1 Antecedentes**

La mayoría de las fábricas dedicada a la producción en serie en nuestro país, refleja la escasa aplicación de una política efectiva de mantenimiento.

Las labores desempeñadas en éstas fábricas en la que se desarrollan múltiples trabajos de transformación de la chapa, en esencial materiales como el fierro, bronce, latón y afines a través del uso de diversas máquinas instaladas en planta, me han permitido visualizar la problemática respecto al mantenimiento de equipos.

Es por este motivo el desarrollo del presente informe, el cual es un aporte para evitar las pérdidas de producción y aumentar la vida útil de los equipos.

## **1.2 Objetivo**

El principal objetivo del siguiente informe es desarrollar un programa de mantenimiento preventivo de la línea de prensas excéntricas de 20 a 50 toneladas de capacidad, aplicado al uso de diferentes matrices para fabricación de productos ferreteros.

Su aplicación nos permitirá a mediano plazo reducir el número de paradas imprevistas y evitar inconvenientes en el cumplimiento del programa de producción, esto implica un mayor aprovechamiento de los recursos, mejora de la productividad y la eficiencia de la empresa, reduciendo las actividades de mantenimiento correctivo y los costos respectivos.

## **1.3 Limitaciones**

El presente trabajo está dedicado a solucionar los problemas que presenta la línea de prensas excéntricas cuyos equipos tienen la capacidad de 20 a 50 toneladas, en las cuales se trabajan con montaje de matrices que realizan las operaciones de corte, embutido, estampado y troquelado de la chapa; para dar formas progresivas en la fabricación de artículos ferreteros.

## **1.4 Justificación**

Ante la acción reiterada de la gerencia general, por atender las fallas que presentan los equipos mecánicos de la fábrica, sin analizar la raíz de su ocurrencia, relegando a mantenimiento como el último peldaño, cuando en realidad debe otorgarse suma importancia a la calidad y la capacitación del personal que desempeña esta gran responsabilidad, en algunos casos consideran que es preferible sacrificar los equipos antes que detener la producción; se propone el presente *programa de mantenimiento preventivo*, con lo cual se busca planificar las actividades de mantenimiento y de esta manera optimizar la operación de estos equipos así como de los recursos económicos.

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES DE PRENSAS EXCENTRICAS**

#### **Y**

### **MANTENIMIENTO**

#### **2.1 Prensa**

Una *prensa* es una máquina capaz de proporcionar una fuerte presión, aprovechando la energía previamente acumulada, mecánicamente o por medio de algún fluido.

En los trabajos de matricería trabajan por un impacto seco, y por presión continuada en los de forja. Se emplean principalmente para la estampación en frío.

Las prensas tienen capacidad para la producción rápida, puesto que el tiempo de operación es solamente el que necesita para una carrera del ariete, más el tiempo necesario para alimentar el material. Por consiguiente se pueden conservar bajos costos de producción.

##### **2.1.1 Clasificación, según su sistema de accionamiento**

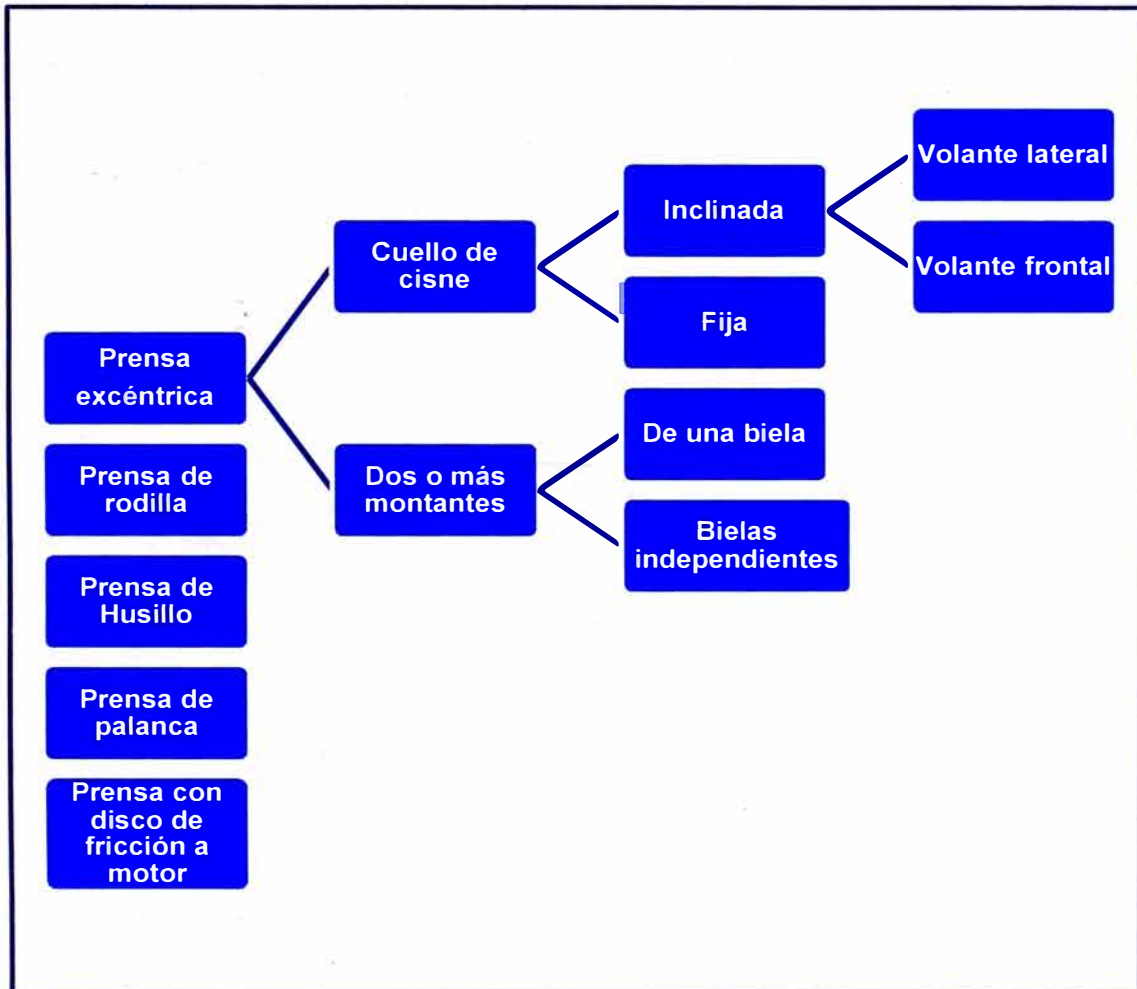
Los tipos de prensas principales se clasifican en los siguientes grupos:

- Prensas mecánicas
- Prensas hidráulicas
- Prensas neumáticas

##### **2.1.1.1 Prensas mecánicas**

Hay un gran número de tipos diferentes de prensa. En el cuadro siguiente se puede ver una clasificación:

**Tabla 2.1 Clasificación de prensas mecánicas.**



Los tipos de prensas excéntricas más empleadas son las de *cuello de cisne* y las de *dos montantes* o de puente. Las dos pueden ser de simple efecto o de doble efecto.

1. *Prensa excéntrica con volante frontal.* Esta prensa es de pequeña potencia, ya que la excéntrica queda en voladizo, es decir, con un solo punto de apoyo.

2. *Prensa excéntrica con volante lateral.* Esta prensa tiene dos puntos de apoyo. Se emplean para trabajos medios.

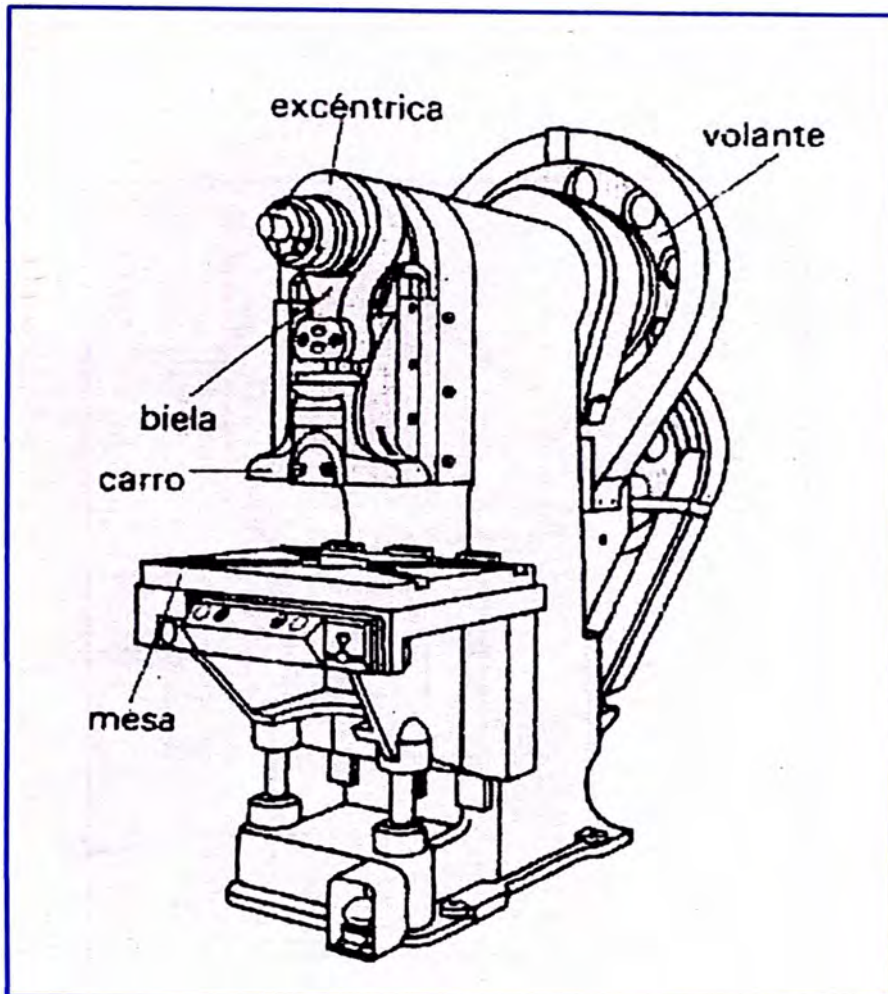


Figura 2.1 Prensa excéntrica con volante central en la parte trasera.

### 2.1.2 Prensa mecánica excéntrica

Las prensas excéntricas son las de uso más generalizado, utilizándose para casi todos los trabajos de matricería. Sin embargo, por no prestarse para una graduación fácil y exacta del recorrido, presentan dificultades en los trabajos de embutición ciega (sin salida del punzón), pues un descuido en el reglaje puede tener como consecuencia la rotura de los útiles y aun de la prensa.

### 2.1.2.1 Partes principales de una prensa excéntrica

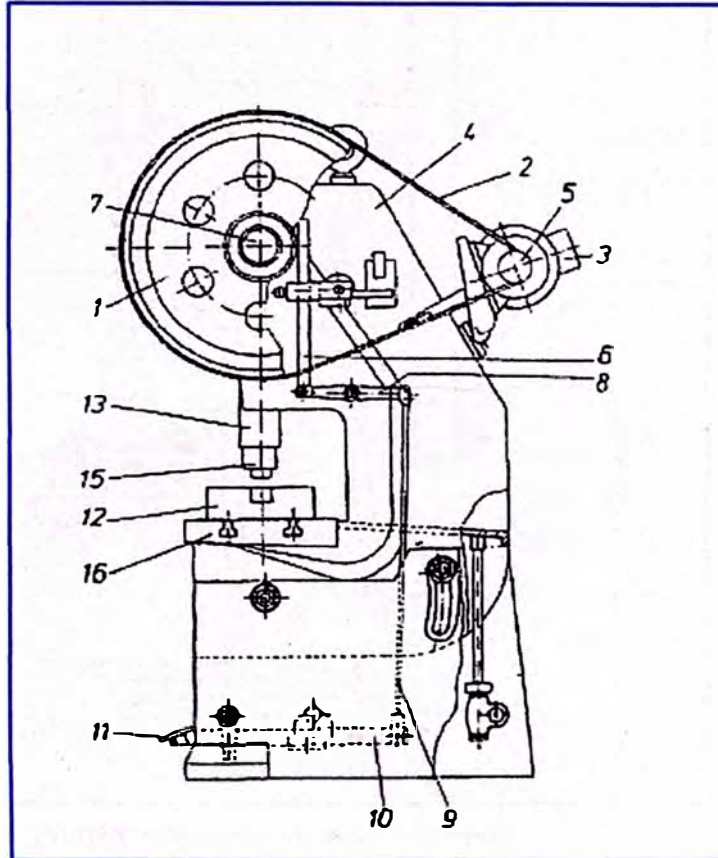


Figura 2.2 Prensa excéntrica de volante lateral.

Las partes principales de la prensa excéntrica de volante lateral (Fig. 2.2) son:

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. <i>Volante de inercia</i>    | 9. <i>Varilla de disparo</i> |
| 2. <i>Correa de transmisión</i> | 10. <i>Pletina pedal</i>     |
| 3. <i>Motor</i>                 | 11. <i>Zapata pedal</i>      |
| 4. <i>Bastidor</i>              | 12. <i>Matriz</i>            |
| 5. <i>Polea de motor</i>        | 13. <i>Carro</i>             |
| 6. <i>Pletina de disparo</i>    | 14. <i>Guías</i>             |
| 7. <i>Eje excéntrico</i>        | 15. <i>Punzón</i>            |
| 8. <i>Balancín de disparo</i>   | 16. <i>Mesa.</i>             |

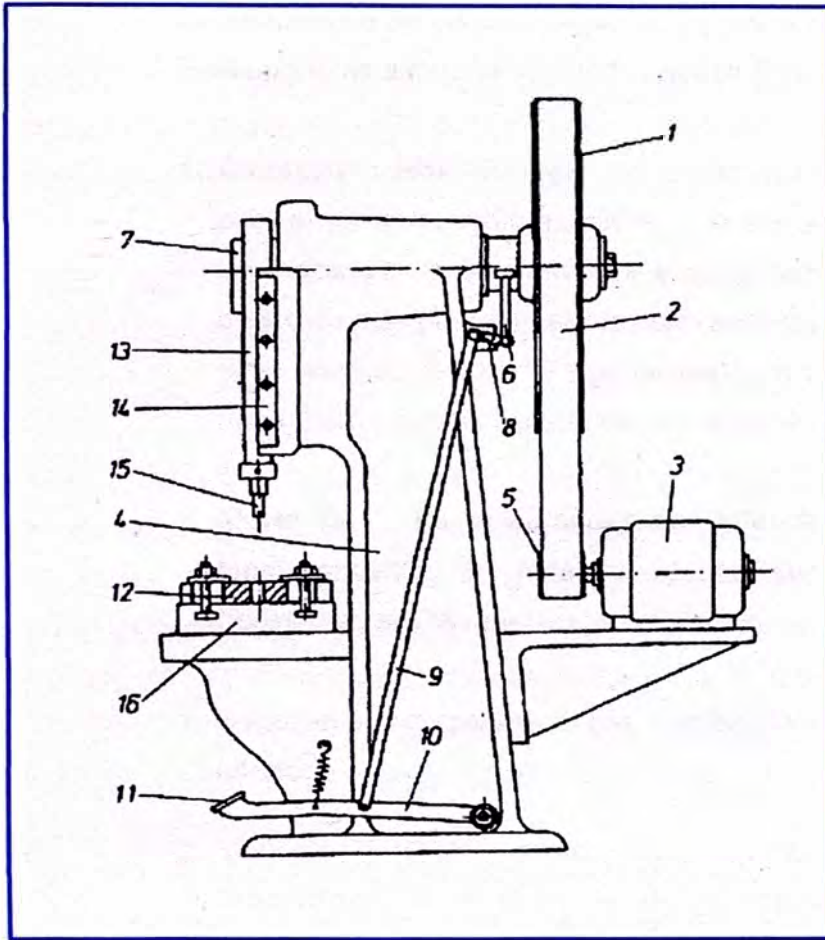


Figura 2.3 Prensa excéntrica de volante frontal.

Las partes principales de una prensa excéntrica frontal son:

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. <i>Volante de inercia</i>    | 9. <i>Varilla de disparo</i> |
| 2. <i>Correa de transmisión</i> | 10. <i>Pletina pedal</i>     |
| 3. <i>Motor</i>                 | 11. <i>Zapata pedal</i>      |
| 4. <i>Bastidor</i>              | 12. <i>Matriz</i>            |
| 5. <i>Polea de motor</i>        | 13. <i>Carro</i>             |
| 6. <i>Pletina de disparo</i>    | 14. <i>Guías</i>             |
| 7. <i>Eje excéntrico</i>        | 15. <i>Punzón</i>            |
| 8. <i>Balancín</i>              | 16. <i>Mesa.</i>             |

Seguidamente se da una pequeña explicación de cada una de ellas. Estas prensas están normalizadas según DIN 55170 a 55172.

1. **Bancada o Bastidor** (4). Es el *armazón* que sirve de base para alojar todos los mecanismos de la máquina. Puede ser de dos mitades: base inferior fija y parte superior inclinable, con objeto de que puedan caer las piezas resbalando por su propio peso, cuando lo exija el tipo de matriz o troquel, o totalmente rígido para prensas excéntricas de volante Fontal y lateral.
2. **Motor** (3). Es el órgano eléctrico encargado de poner en funcionamiento la máquina y suministrarle la potencia necesaria para la realización del trabajo.

Según el tipo de prensa puede ir montado en la parte superior o inferior.

3. **Volante** (1). Recibe el movimiento del motor y tiene una masa proporcional a la potencia de la máquina. Acumula una cantidad de energía que cede parcialmente en el momento en que la pieza que se ha de cortar, doblar o embutir, ofrezca resistencia al movimiento.

Gira continua y libremente sobre los cojinetes soportados por el árbol de accionamiento.

El embrague debe asegurar la unión del volante con este árbol, tiene como misión transmitir el movimiento al árbol.

4. **Embrague**. Va situado en el eje principal junto al volante y tiene como misión poner en funcionamiento el cigüeñal y la biela, y con ello el desplazamiento del punzón.

Hay varios tipos de embragues; los más empleados son el de leva rotativa y el de discos.



5. **Freno.** Tiene por objeto reducir la velocidad del momento del desembrague.
6. **Árbol de accionamiento.** Según el tipo de construcción de la prensa, el árbol está dispuesto en el plano de trabajo (prensa con volante lateral) o bien en un plano perpendicular (prensa de volante frontal).
7. **Excéntrica o manivela.** El sistema de excéntrica (fig. 2.4) está constituido de los siguientes componentes:

1. *Árbol de la prensa*
2. *Eje excéntrico*
3. *Anillo excéntrico*
4. *Biela*
5. *Manguito ranurado*
6. *Tuerca y contratuerca*
7. *Cuerpo de la biela*
8. *Tornillo de reglaje*
9. *Tuerca de bloqueo*
10. *Rótula*
11. *Casquillos*
12. *Carro*
13. *Pieza desplazable para ajuste del mango del punzón.*

$e_a$  = *excentricidad del árbol de accionamiento*

$e_d$  = *excentricidad del anillo excéntrico.*

Funciona de la siguiente forma: el árbol (1) tiene una excéntrica (2) sobre la cual se ajusta un anillo excéntrico (3), que puede actuar directamente sobre el punzón o unirlos por medio de una biela (4). Se puede hacer variar la excentricidad cambiando de posición el anillo excéntrico y posicionándolo por medio de un manguito ranurado (5) y una tuerca (6).

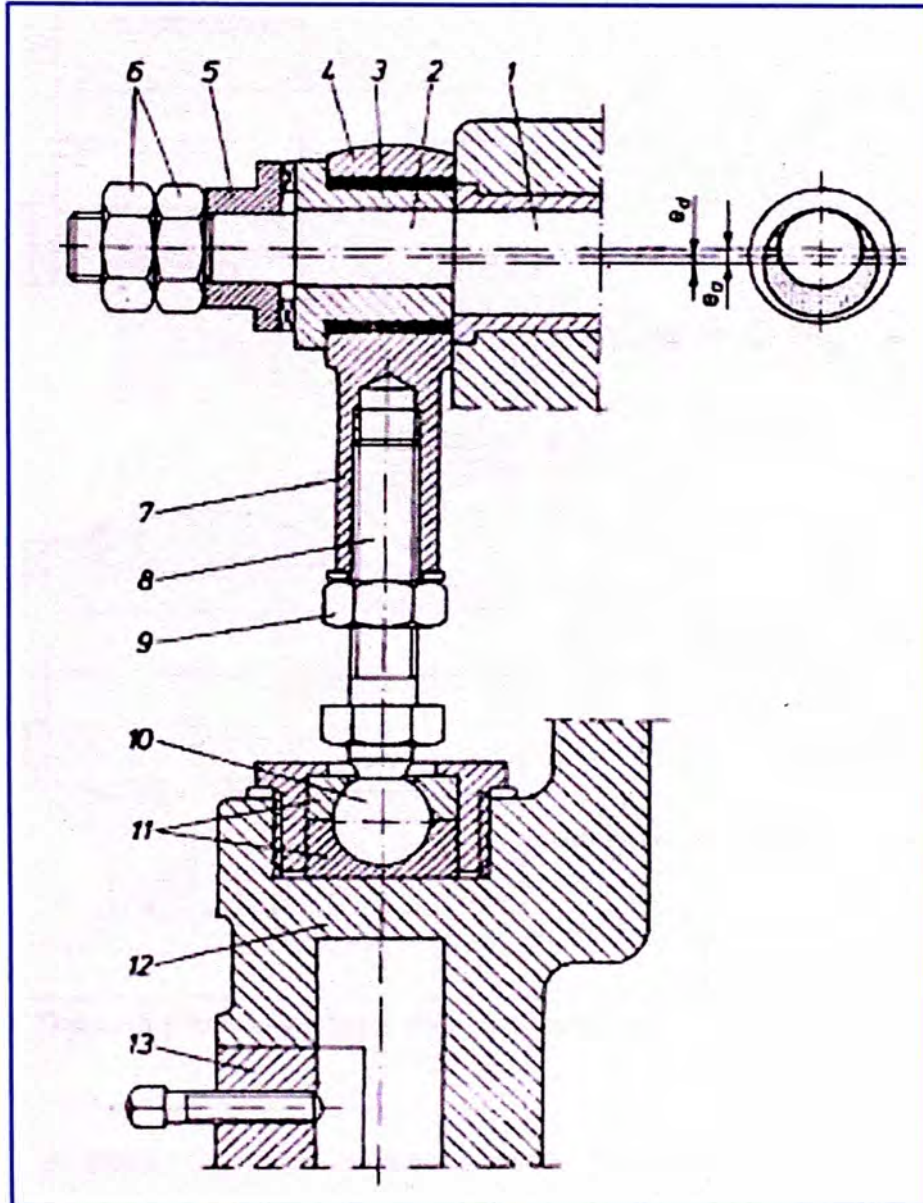


Figura 2.4 Detalle del funcionamiento del sistema de excéntrica.

Si la excentricidad del casquillo (fig. 2.5-1) coincide con la excéntrica, se obtiene la *carrera máxima* de la biela; y al contrario, si se gira el casquillo hasta oponer su excentricidad a la de la excéntrica, resulta la *carrera mínima* (fig. 2.5-2.).

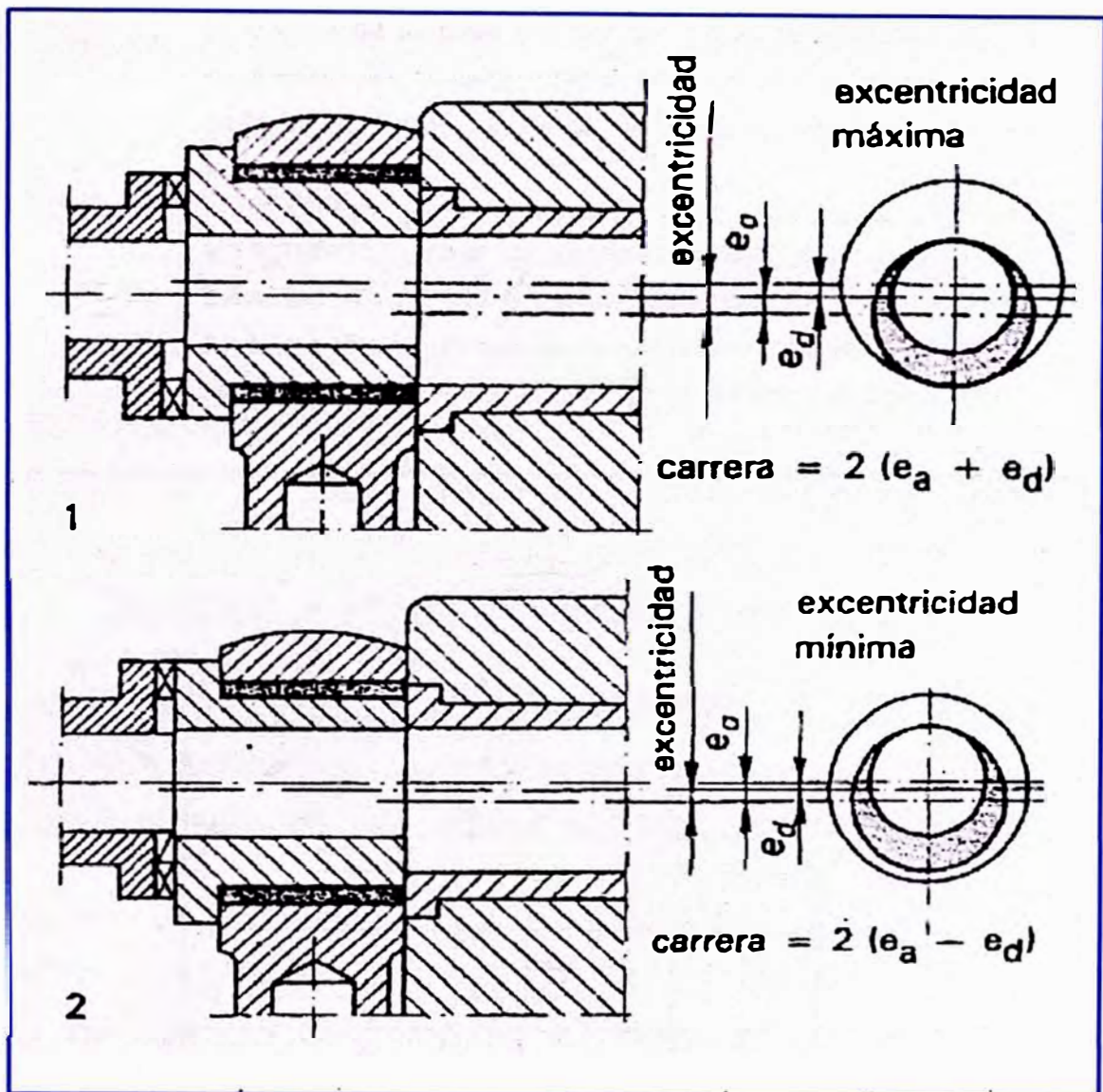


Figura 2.5 Detalle del funcionamiento de la excentricidad.

8. **Biela.** Como se vio anteriormente, junto con la excéntrica, la *biela* tiene como misión transformar el movimiento circular uniforme del árbol en movimiento longitudinal variable (fig. 2.6).

Una la excéntrica con el cabezal y está constituido por dos partes:

El *cuerpo* de la biela (7) (fig. 2.4), que se articula sobre la excéntrica; en la parte inferior lleva un orificio roscado para situar el tornillo de reglaje (8) de la carrera por medio de una tuerca (9).

Un *tomillo* (8), que en un extremo, al roscar en el cuerpo de la biela, permite alargar o acortar la carrera. En el otro extremo lleva una rótula (10) que apoya sobre dos medios casquillos de cojinete (11) y sirve para transmitir el esfuerzo al cabezal (12).

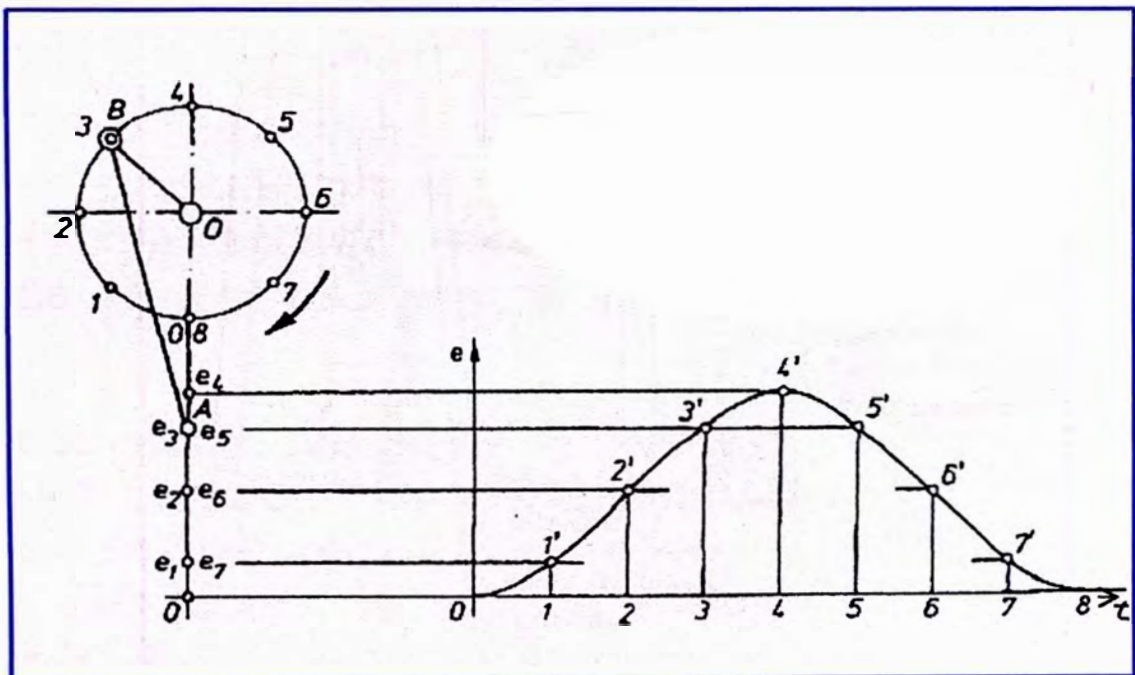


Figura 2.6 Diagrama del funcionamiento del mecanismo biela manivela.

**9. Cabezal o carro.** Según la prensa, suele ser de fundición, acero moldeado o chapa de acero soldada (fig. 2.7). Su misión es la de sujetar el punzón cortador; va conducido por las guías ajustables del bastidor.

Para prensas de medianas o pequeñas dimensiones, el cabezal está provisto de un alojamiento para el centraje de los punzones.

Para facilitar el montaje, este alojamiento está construido la mitad en el cabezal (12) y la otra mitad en un bloque de fijación ajustable (13) (fig. 2.4). Para fijar los porta punzones cortantes grandes se hacen dos orificios y se sujeta con la ayuda de tornillos y tuercas (fig. 2.12).

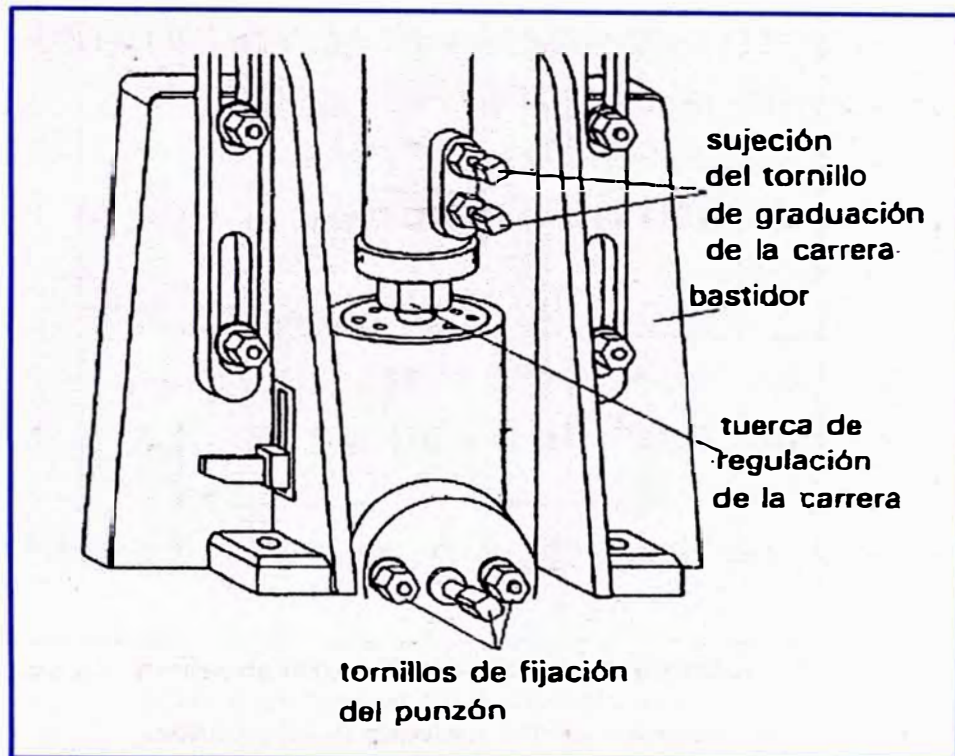
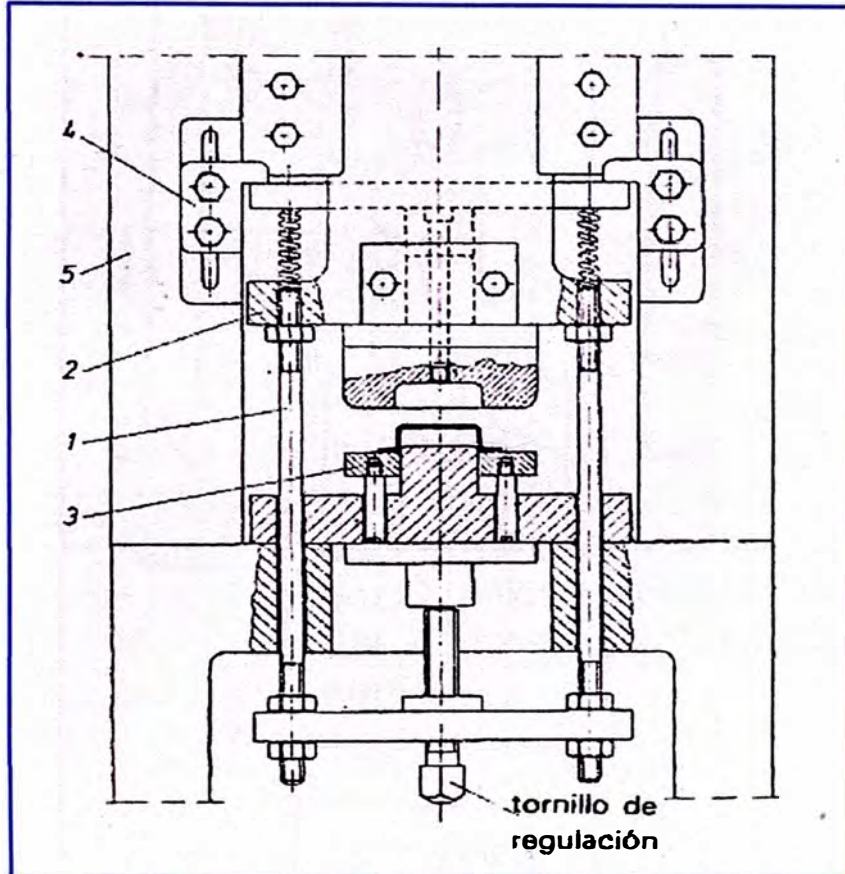


Figura 2.7 Mecanismo del cabezal o carro de la prensa.

**10. Expulsor positivo adaptado a la prensa** (fig. 2.8). Está constituido por una o varias barras (1) que atraviesan el cabezal (2). Estas barras se deslizan con movimientos libres en su alojamiento; actúan sobre el expulsor (3) de las herramientas cuando, al volver a subir el cabezal (2), son detenidas por topes ajustables (4) sobre el bastidor (5).



**Figura 2.8** Prensa de simple efecto provista de expulsor positivo de tipo mecánico montado en el cabezal, y de un expulsor inferior mandado por barras.

**11. Guías del bastidor.** Tienen como misión hacer que el cabezal se deslice con suavidad (fig. 2.9).

Son ajustables por medio de regletas y tornillos con tuercas (fig. 2.3).

**12. Estampa superior o punzón.** La estampa superior o placa porta machos se sujeta en el cabezal y se desliza con él (figs. 2.2 y 2.3).

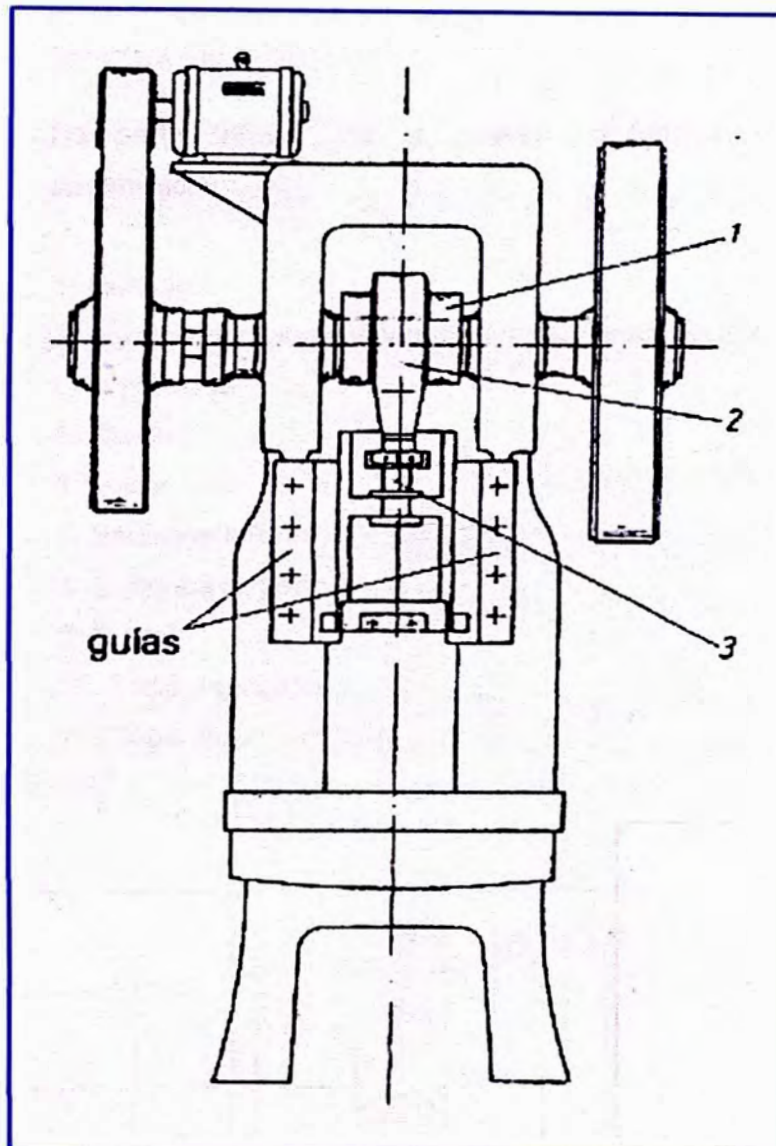


Figura 2.9 Prensa con el mecanismo de cigüeñal y biela.

**13. Estampa inferior o matriz.** Va fuertemente sujeta a la mesa por medio de bridas (fig. 2.3).

Debe estar totalmente en línea con la otra estampa; para ello, lo más práctico es hacer bajar el cabezal y ajustar el punzón en la matriz, luego apretar los tornillos que sujetan la placa inferior.

**14. Mesa.** Es la parte donde se apoya la estampa inferior; lleva unas ranuras en T, para alojar los tornillos que deben ajustar la estampa (fig.2.10).

La parte inferior de la prensa excéntrica se detalla a continuación:

1. Bastidor;
- 2, 3 y 4. Articulaciones y palanca de puesta en marcha y embrague;
5. Muelle;
6. Mesa;
7. Estampa inferior;
8. Estampa superior;
9. Carro;
10. Tope deslizante;
11. Tope fijo al bastidor.

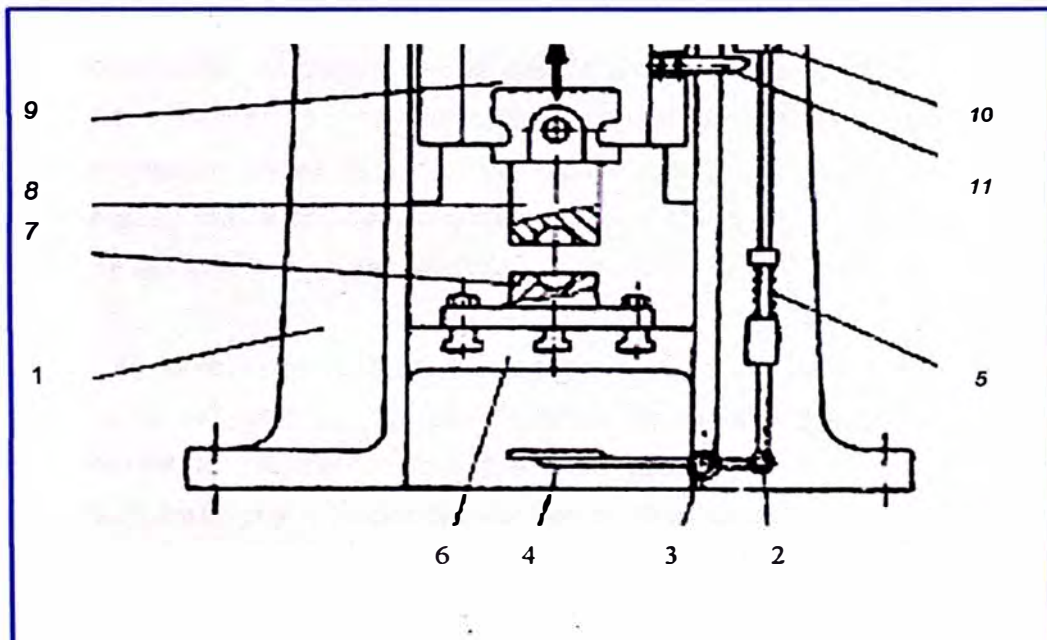


Figura 2.10 Detalle parte inferior de una prensa.



### **2.1.3 Ventajas en la producción en serie.**

La cantidad de variantes que ha tenido el desarrollo de la prensa a lo largo de la historia, para llegar al estado actual de la tecnología del prensado, ha sido posible gracias a la aplicación, combinación y desarrollo de técnicas muy diversas, fundamentos teóricos muy distantes y aportaciones individuales muy numerosas.

Actualmente, las prensas son empleadas cada día en mayor número para la producción en masa, sustituyendo ventajosamente a otras máquinas.

Existe además la razón adicional de que con una buena operación y calidad de las prensas, se pueden obtener productos de mucha homogeneidad, con diferencias de acabado entre unas y otras piezas de 0.002" y aún menos, lo cual es una buena tolerancia hasta para piezas maquinadas.

### **2.1.4 Ventajas técnico económicas**

Para el operario que controla la pieza y ve transformarse el pedazo de lámina en una pieza terminada en pocos segundos y en una sola operación, el trabajo es simple y fácil y si es un buen mecánico, las herramientas o matrices utilizados le parecerán muy sencillos. Sin embargo, poner en marcha satisfactoriamente la producción de esas piezas habrá costado seguramente mucho dinero y los mejores esfuerzos de los ingenieros, especialista y técnicos.

El progreso de la técnica de fabricación con prensas está íntimamente ligado al progreso de las técnicas de laminación de metales, que ha permitido obtener láminas y soleras de diferentes metales cada día más uniformes con técnicas de fabricación más sencillas y tolerancias cada vez menores. En el diseño de prensas y matrices hay mucho trabajo experimental, mucho más de lo necesario normalmente que en otras industrias.

Los metales pueden ser formados plásticamente en compresión o en tensión dentro de ciertos límites, recuperando su forma inicial una vez que el esfuerzo de deformación desaparece, si este se ha mantenido dentro del límite elástico.

El límite elástico de un material disminuye bajo condiciones repetidas de esfuerzo. Cuando los metales se someten a esfuerzos más allá de su límite elástico quedan deformados permanentemente. Si la carga aplicada continúa, la deformación del metal sigue aumentando plásticamente hasta que tiene lugar la ruptura.

Las prensas de corte llevan al material a un esfuerzo más allá de su resistencia última al corte. Las prensas de doblado y embutido emplean una fuerza que produce un esfuerzo intermedio entre el límite elástico que debe ser excedido, y la resistencia última que no debe de sobrepasarse, por lo que la dureza y el endurecimiento de los metales son de especial importancia para el trabajo de las prensas.

El aumento de la dureza o resistencia a la deformación de los metales resultan de un cambio en la estructura interna de los mismos.

Este cambio puede tener lugar por la fuerza bruta del trabajo en frío (embutido, laminado, etc.) y puede también lograrse con un tratamiento térmico. De esta forma se puede ver que las prensas a pesar de su alto costo, pueden sustituir ventajosamente los sistemas anteriores de fundir las piezas y acabarlas maquinándolas. Claro que en cada caso hay que hacer un estudio económico siguiendo los lineamientos generales, antes de tomar una decisión.

## **2.2 Teoría de mantenimiento**

### **2.2.1 Concepto de mantenimiento**

El mantenimiento es la función que se encomienda por parte de la empresa al control constante de las instalaciones, así como el trabajo de reparación y revisión necesarias para garantizar el funcionamiento continuo y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentación de los establecimientos.

Se caracteriza por ser el desarrollo de un servicio en favor de la producción.

El mantenimiento va adquiriendo cada vez más importancia, cuanto más avanza la tecnología de la automatización y mecanización.

En la producción en serie discontinua o continua, al incrementar su nivel de producción aumenta también la propensión a sufrir fallas. En efecto, basta que se produzca una avería en una sola de las máquinas enlazadas, para que en ese lugar se dificulte el flujo de la pieza de trabajo y las demás máquinas no puedan continuar funcionando plenamente.

### **2.2.2 La función del mantenimiento**

Toda instalación sufre deterioro por su uso normal, operación inadecuada, defectos en su montaje, especificaciones técnicas mal concebidas y su no utilización.

Este proceso obliga a tomar acciones encaminadas a restablecer las condiciones normales de funcionamiento, teniendo en cuenta que las empresas deben cumplir con la función social de aportar bienestar a la comunidad, la *gestión del mantenimiento* es un instrumento que permite conjugar los anteriores conceptos, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería y estrategias que otorgan un margen de contribución a las utilidades de cada empresa.

### **2.2.2.1 Función técnica a técnico – administrativa**

Los procesos de cambio por el que atraviesan los países como parte de la apertura económica y la creciente globalización exige mayor productividad, lo cual puede lograrse también, mediante la implantación de adecuados esquemas de administración del mantenimiento.

La función mantenimiento está ligada con el incumplimiento, las largas jornadas y la incompetencia, esto se debe a una típica y equivocada concepción tanto de la dirección como de los responsables del mantenimiento; ese concepto ha cambiado favorablemente en muchas empresas, pues las gerencias han aprendido a enfocar y evaluar sus recursos y necesidades, por ende, *mantenimiento* ha empezado a manejar sus recursos gerencialmente; es decir, ha ido abandonando el esquema exclusivamente técnico y ha adoptado uno administrativo, en el cual su papel es el de colocar en el momento y en la cantidad adecuada los recursos a su cargo, es decir, ser oportuno.

### **2.2.3 Tipos de mantenimiento**

Los tipos de mantenimiento pueden dividirse en seis principales clasificaciones:

#### **2.2.3.1 Mantenimiento correctivo**

El cual se basa de forma exclusiva en la reparación de averías en el equipo o instalación. El mantenimiento correctivo resulta aplicable en:

- Sistemas complejos, normalmente en componentes electrónicos o en aquellos donde no es posible prever fallas, y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

- Equipos en funcionamiento que tiene cierta antigüedad. En estos casos puede suceder que la falla se presente en forma imprevista, y por lo general en el momento menos oportuno, debido justamente a que el equipo es exigido por necesidad y se le requiere funcionando a pleno.

Un inconveniente en este tipo de mantenimiento es que debe preverse un capital inmovilizado y disponible para las piezas y elementos de repuesto, visto que la adquisición de los mismos puede no ser resuelta con rapidez, y requiere de una gestión de compra y entrega que no coincide con los tiempos reales para poner en marcha nuevamente los equipos en el más corto tiempo posible, con el agravante que puedan ser piezas discontinuadas, importadas o que ya no se fabriquen más.

Para efectuar el mantenimiento correctivo se designa al personal calificado para resolver el problema de inmediato y con la mayor solvencia profesional. Por lo general el personal para este tipo de mantenimiento se agrupa en cuadrillas.

### **2.2.3.2 Mantenimiento preventivo**

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseña con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes.

Es el proceso de servicios periódicos al equipo. Este puede ser desde una rutina de lubricación hasta la adaptación, después de un determinado tiempo, de piezas o componentes. El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como: reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos. (tiempos dirigidos).

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

El *mantenimiento preventivo* es un método, basado en principios básicos que se adecua, diseña y aplica a las propias necesidades de cada usuario, según el tipo de empresa, de máquinas o equipos, siguiendo unos principios:

#### **A. Principios básicos del Mantenimiento Preventivo.**

Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo.

Actividades repetitivas de Inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.

Programación de esas actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, etc.

Programación de actividades repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas, siguiendo la programación de frecuencias de actividades, que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales (Ajuste de Programa Preventivo por reciclaje de actividades).

El Control de esas actividades repetitivas se realiza en base a los siguientes formatos:

- Ficha Técnica
- Ordenes o Solicitud de Trabajo
- Hoja de Vida o Registro Histórico
- Programa de Inspección

- Programa de Lubricación
- Programa de Calibraciones
- Programa de Operaciones
- Programa de Renovaciones, etc.

## **B. Ventajas de un Programa de Mantenimiento Preventivo**

1. Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos ocurridos en un escenario de Mantenimiento Reactivo y/o Correctivo, los que son reemplazados por paros programados.
2. Se mejora notoriamente la Eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
3. Mejora notablemente la imagen del Departamento de Mantenimiento, al entregar reparaciones más confiables.
4. Después del tiempo de estabilización del Programa, se obtiene una reducción real de costos:
  - Por disminuir las fallas repetitivas.
  - Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desmontar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
  - Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.
  - Por un mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
  - Por menores costos de producción, al tener menor cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
  - Por disminución de los pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.

- Por disminución de accidentes durante la ejecución de mantenimientos, debido al trabajo programado según **procedimientos escritos** y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.

### **C. Limitaciones del Mantenimiento Preventivo**

1. Inicialmente pueden aumentar aparentemente los costos de mantenimiento debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba, hasta que el equipo se dañara. Igualmente los costos de lubricantes y otros insumos posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia requerida para lograr el correcto funcionamiento del equipo.
2. Se generan costos administrativos por de diseño de formatos, registro de equipos, búsqueda de información consignación de datos, programación, etc. Posiblemente se requiera personal adicional para encargarse de esas labores.
3. Cuando se requieran operarios para desarrollar trabajos de Mantenimiento Correctivo, al comienzo del Programa de Mantenimiento Preventivo, éstos pueden estar ocupados en trabajos programados preventivos.
4. Posiblemente se debe parar más veces la producción que antes, al menos inicialmente; para poder cumplir los programas de inspecciones, lubricación etc. Sin embargo estos paros serán programados, permitiendo a producción adecuar sus propios programas con la debida anticipación.



5. Como no todos los equipos se pueden incluir inicialmente en un *programa de mantenimiento preventivo*, cuando fallen algunos y se deba realizar *mantenimiento correctivo*, se pueden generar críticas destructivas del programa.
6. Si no se respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funcionará eficazmente.
7. El líder de un *programa de mantenimiento preventivo* debe tener una excelente comunicación y relaciones con todos los departamentos de la empresa, si no se cumple ésta condición será muy difícil sacar adelante el programa.
8. No se pueden esperar resultados importantes hasta después de un año de implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de *conservación, confiabilidad, mantenibilidad*, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

### 2.2.3.3 Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento utiliza aparatos de prueba sofisticados para ayudar a predecir cuándo fallará algún componente del equipo. Estos aparatos de prueba pueden incluso estar interactuando con un microprocesador. Es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento *predictivo* se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación, a tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

La información más importante que arroja este tipo de seguimiento de los equipos es la tendencia de los valores, ya que es la que permitirá calcular o prever, con cierto margen de error, cuando un equipo fallará; por ese el motivo se denominan técnicas predictivas.

El requisito para que se pueda aplicar una técnica predictiva es que la falla incipiente genere señales o síntomas de su existencia, tales como; alta temperatura, ruido, ultrasonido, vibración, partículas de desgaste, alto amperaje, etc. Las técnicas para detección de fallas y defectos en maquinaria varían desde la utilización de los sentidos humanos (oído, vista, tacto y olfato), la utilización de datos de control de proceso y de control de calidad, el uso de herramientas estadísticas, hasta las técnicas de moda como; el análisis de la vibración, la termografía, la tribología, el análisis de circuitos de motores y el ultrasonido.

#### **2.2.3.4 Mantenimiento proactivo**

El Mantenimiento Proactivo, es una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos. La longevidad de los componentes del sistema depende de que los parámetros de causas de falla sean mantenidos dentro de límites aceptables, utilizando una práctica de "detección y corrección" de las desviaciones según el programa de mantenimiento proactivo.

*Límites aceptables*, significa que los parámetros de causas de falla están dentro del rango de severidad operacional que conducirá a una vida aceptable del componente en servicio.

Las características principales son:

1. Es un salto de gestión y *no* un cambio progresivo. Consiste en la modificación de condiciones originales de un equipo o instalación.
2. Se busca conocer realmente y luego resolver los problemas de raíz que originan indisponibilidad y falta de fiabilidad de equipos y sistemas.
3. Por lo tanto para la solución de ello es preciso lograr la integración jerárquica y funcional de varios departamentos como se indica en la figura 2.17.
4. Por lo tanto para la solución de ello es preciso lograr la integración jerárquica y funcional de varios departamentos como se indica en la figura 2.17.



**Figura 2.11** Mantenimiento proactivo.

### **2.2.3.5 Mantenimiento centrado en confiabilidad (M.C.C.)**

Es una metodología que procura determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos en su contexto de operación.

Consiste en analizar las funciones de los activos ver cuáles son sus posibles fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias.

A partir de la evaluación de las consecuencias es que se determinan las estrategias más adecuadas al contexto de operación, siendo exigido que no sólo sean técnicamente factibles, sino del punto de vista económico viable.

Cuando se aplica correctamente el M.C.C. obtenemos los siguientes beneficios:

1. Mayor protección y seguridad en el entorno
2. Se logran aumentar los rendimientos operativos
3. Optimización de los costos de mantenimiento
4. Se extiende el periodo de vida útil de los equipos
5. Se genera una amplia base de datos de mantenimiento
6. Se influye una motivación en el personal
7. Mayor eficiencia en el trabajo de grupo.

*El objetivo del M. C. C es:*

***Mejorar la Confiabilidad, Disponibilidad y Productividad.***

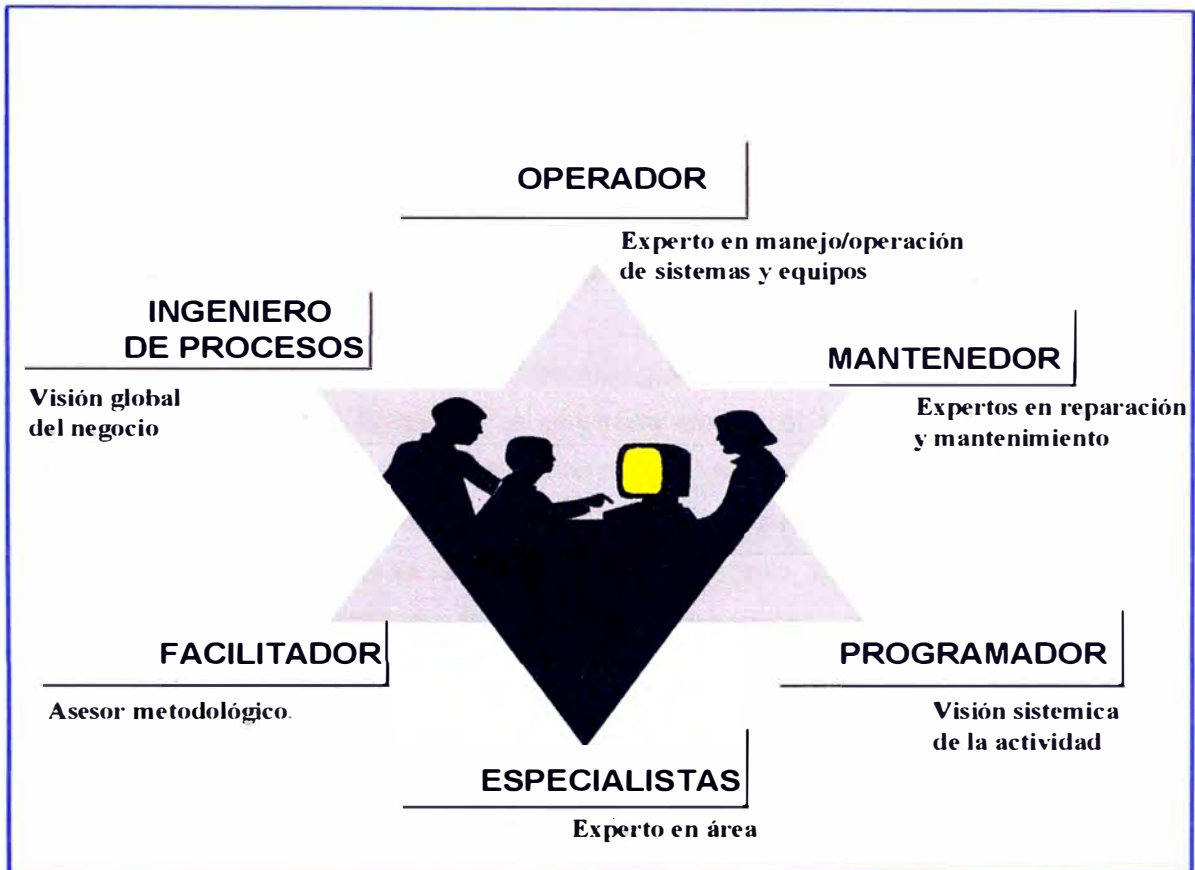


Figura 2.12 Equipos de trabajo del MCC.

### 2.2.3.6 Mantenimiento productivo total T.P.M.

El TPM es una filosofía de vida que se implementó originalmente en las empresas japonesas para afrontar la recesión económica que se estaba desarrollando en la década de los 70 y la competencia que se avecinaba de occidente.

El TPM busca agrupar a toda la cadena productiva con miras a cumplir objetivos específicos y cuantificables. Uno de los objetivos que se busca cumplir es la reducción de las pérdidas. En TPM se destacan seis grandes pérdidas:

1. Pérdida por avería en los equipos.
2. Pérdida debida a reparaciones.
3. Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo vacío y paradas cortas.
4. Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida.
5. Pérdidas por defecto de calidad, recuperaciones y reprocesado.
6. Pérdidas en funcionamiento por puesta en marcha del equipo.

Por ser el TPM una metodología TOP-DOWN, esta busca integrar todas las áreas de la empresa desde el nivel más bajo hasta la gerencia o ramas administrativas. Al involucrar a los niveles más bajos de la cadena productiva, busca que estos se den cuenta que tan importante es el proceso y como sus esfuerzos llevan al cumplimiento de las metas. Asignándoles responsabilidades para lograr la obtención de las metas fijadas.

Cuando la junta directiva de la empresa o la gerencia general deciden implementar TPM en la empresa debe estar consciente que el camino es largo y no es fácil, su implementación como la mayoría de las metodologías, conllevan a seguir una serie de pasos establecidos y el éxito o fracaso depende de la constancia y la rigurosidad con que las empresas practiquen la filosofía.

Cabe destacar que el TPM es un camino largo, que debe ser alimentado todos los días con disciplina y constancia este camino no es sencillo, pero si las empresas logran implementar esta metodología los resultados obtenidos serán satisfactorios y marcarán la diferencia con la competencia. TPM se puede mirar como una estrategia de mejora que involucra no solo a la alta dirección sino también a todos los empleados y que utiliza herramientas como el liderazgo, la perseverancia y la disciplina para lograr que este recurso humano se vea involucrado en un mejoramiento continuo.

En la implementación de un programa de TPM se deben enfrentar varios retos como el compromiso por parte de toda la organización, la adaptación de las personas para los cambios que traerán mejoras en la producción, el mantenimiento, los equipos, la calidad, la satisfacción del cliente, los empleados, la seguridad, el medio ambiente, etc.

Para lograrlo se deben romper aquellas barreras ideológicas y culturales, además empezar a ver a mantenimiento como una gran inversión mas no como un gasto.

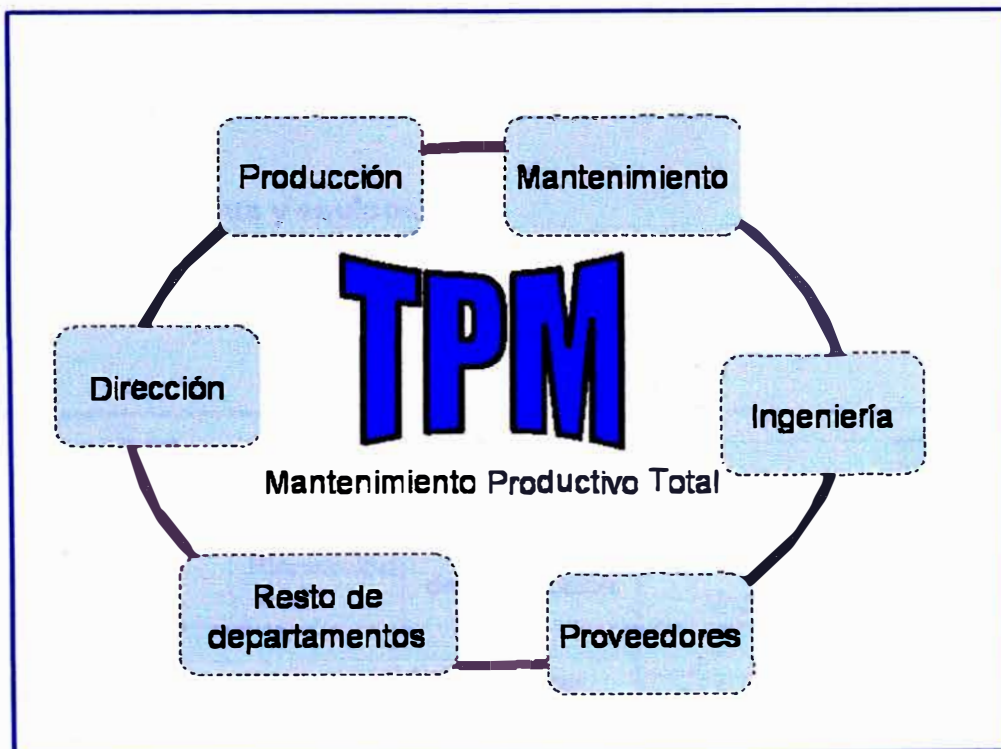


Figura 2.13 Participantes en el desarrollo del TPM.



## CAPITULO III

### PANORAMA ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA

Actualmente, la empresa muestra una apertura en cuanto a realizar planes de mejora continua en sus instalaciones de planta. El personal técnico y los operarios de equipo mecánico tienden a mostrar un mayor compromiso y también una mayor responsabilidad frente a los riesgos que se presentan en el trabajo.

Cabe mencionar que la línea de prensas de estas plantas de producción de artículos ferreteros siempre presenta índices de accidentes, avería de sus componentes y equipo, retardo y paralización de la producción; por lo tanto es necesario mejorar las condiciones tanto del equipo como el ambiente de trabajo del personal, contribuyendo de esta forma a mejorar la competitividad de la empresa.

#### 3.1 Descripción de planta y equipos

La planta de producción (ver fig. 3.1) tiene la siguiente distribución.

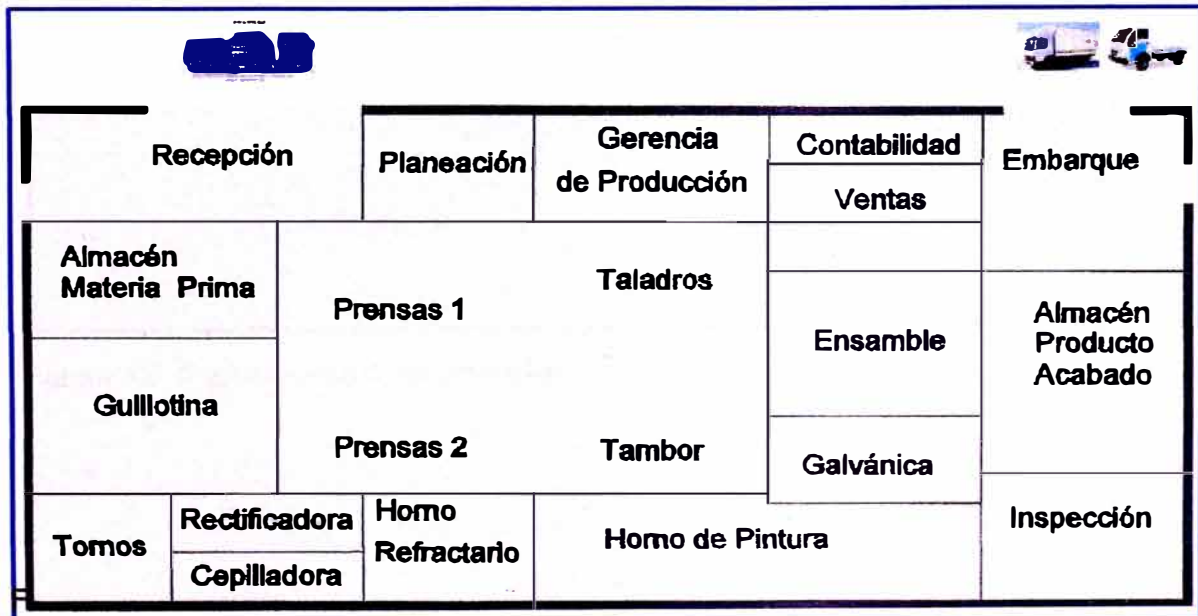


Figura 3.1 Esquema de distribución en planta.

### 3.1.1 Organigrama de la empresa.

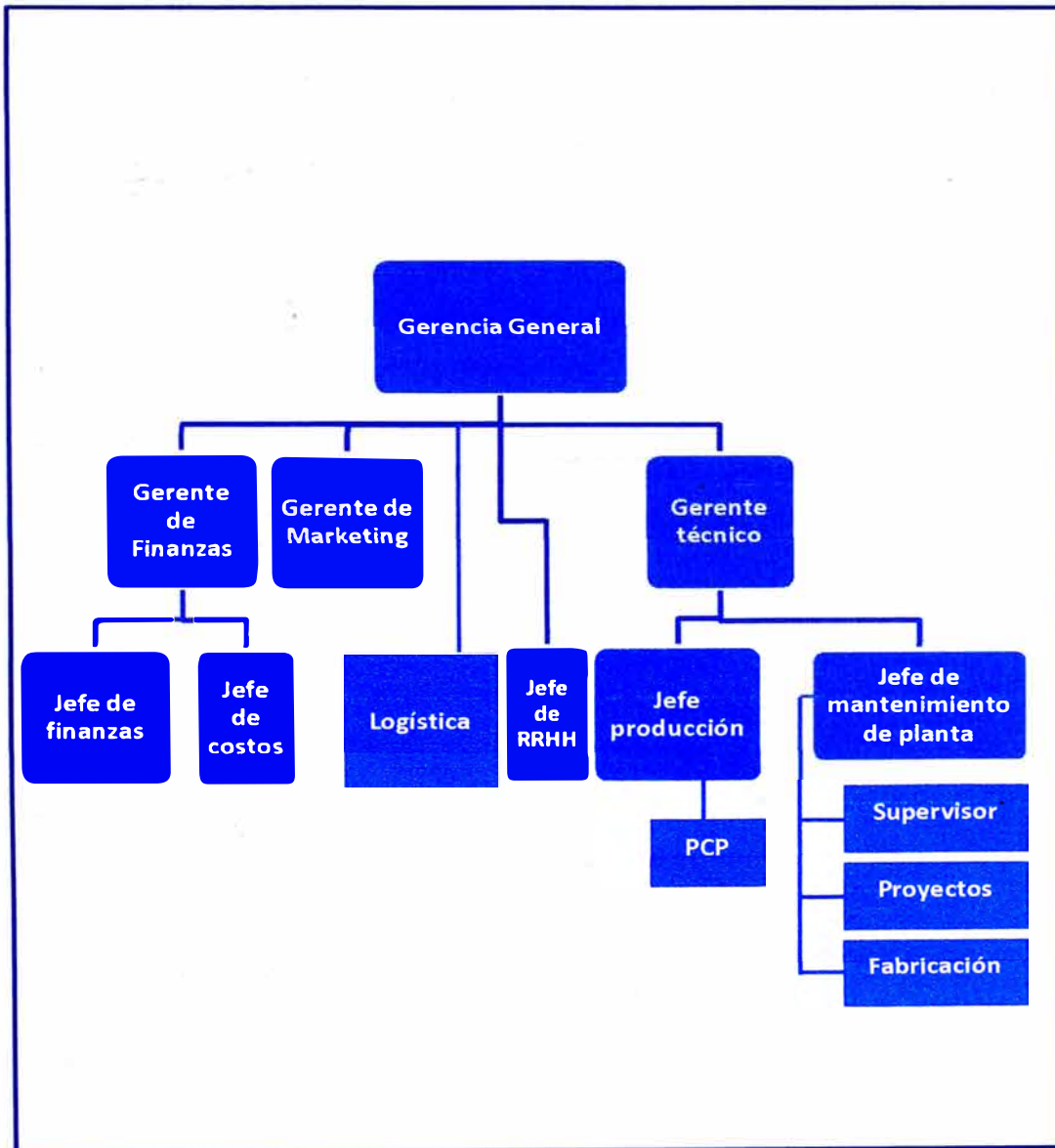


Figura 3.2 Organigrama de la empresa.

### 3.1.2 Relación de equipos existentes

Para la fabricación de los artículos ferreteros la planta tiene instalada las prensas excéntricas en dos secciones, estas máquinas realizan los trabajos de transformación de la chapa mediante el uso de matrices de corte, perforado, embutido y doblado del material, para disponerlos hacia los procesos finales con otros equipos (galvánica, pintura al horno, tratamiento térmico, etc.), además cuenta con equipos de soporte para reparación de las matrices en la cual el esfuerzo de corte afecta los filos luego de producir una gran cantidad de piezas. A continuación se presenta la relación de equipos existentes:

- **Prensas I.** Esta sección tiene seis prensas excéntricas de menor capacidad comprendidas entre 20 y 30 toneladas que se detallan a continuación:

1. Código:	PR1301
Marca:	JUNDIAI
Modelo:	LE-25 M-26
Año:	1995
Capacidad:	25 t
Carrera:	75 mm
Dimensiones de mesa:	515 x 385 mm
Potencia de motor:	3 HP
Peso aproximado:	1540 Kg.
2. Código:	PR1302
Marca:	GABA
Modelo:	PE20
Año:	1993
Capacidad:	30 t
Carrera:	100 mm
Dimensiones de mesa:	630 x 350 mm
Potencia de motor:	2 HP
Lubricación:	Por goteo y grasera

3. Código: **PR1303**  
Marca: JOHNSON  
Modelo: 67439  
Año: 1993  
Capacidad: 30 t  
Carrera: 2.5 "  
Dimensiones de mesa: 13" x 21 1/2"  
Potencia de motor: 3 HP
4. Código: **PR1304**  
Marca: CETRO  
Capacidad: 25 T  
Carrera: 80 mm  
Dimensiones de mesa: 510 x 380 mm  
Potencia de motor: 2 HP
5. Código: **PR1305**  
Marca: CEDIAZ  
Año: 1989  
Capacidad: 25 T  
Carrera: 85 mm  
Dimensiones de mesa: 380 x 550 mm  
Potencia de motor: 2 HP
6. Código: **PR1306**  
Marca: DELTA  
Año: 1990  
Capacidad: 25 T  
Carrera: 65 mm  
Dimensiones de mesa: 375 x 540 mm  
Potencia de motor: 2 HP



Figura 3.3 Prensa excéntrica JUNDIAI 25 T.

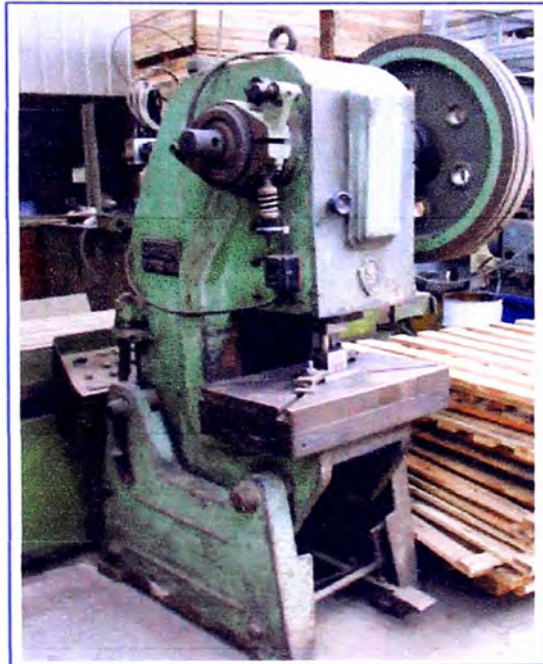


Figura 3.4 Prensa excéntrica GABA 30 T.



Figura 3.5 Prensa excéntrica JOHNSON 30 T.

- **Prensas II.** En esta sección se encuentran instaladas dos prensas excéntricas de mayor capacidad para hacer trabajos con materiales de mayor espesor.

1. Código:	PR1401
Marca:	ARJA
Modelo:	HYMA-625
Año:	1985
Capacidad:	45 T
Carrera:	84 mm
Dimensiones de mesa:	650x500mm
Potencia de motor:	3 HP



Figura 3.6 Prensa excéntrica ARJA 45 T.

2. Código:	PR1402
Marca:	RICETTI
Modelo:	67439
Año:	1993
Capacidad:	45 T
Carrera:	84 mm
Dimensiones de mesa:	550 x 680 mm
Potencia de motor:	3 HP



Figura 3.7 Prensa excéntrica RICETTI 45 T.

Además se tienen instalados los equipos de soporte de como:

- Guillotina
- Torno paralelo
- Cepillo de codo para metal
- Rectificadora

Así también, otros equipos que se utilizan en la planta para completar la elaboración final de los productos ferreteros son:

- Horno para tratamiento térmico de metales
- Horno para secado de pintura
- Equipo de Galvanizado.



### **3.2 Resumen de la situación actual del mantenimiento en la planta.**

El área de mantenimiento de la planta es la que realiza las funciones de reparación y mantenimiento de las prensas excéntricas existentes, a continuación se detalla las condiciones del área de mantenimiento:

- El personal de mantenimiento no tiene bien cimentadas las funciones respectivas.
- El área de mantenimiento no maneja un presupuesto anual para mantener en condiciones operativas a los equipos e instalaciones.
- Se realizan generalmente mantenimiento correctivo sin prever las desventajas a futuro que representa esta labor.
- El personal de mantenimiento no posee la capacidad necesaria para dirigir con responsabilidad el mantenimiento de las prensas excéntricas.
- Se realiza labores de mantenimiento mediante la tercerización con empresas que no tienen el concepto fundamental necesario con el afán de reducir costos y prolongar problemas a futuro.
- Las labores de mantenimiento de las prensas excéntricas se ve afectada por la demora de abastecimiento de repuestos y en algunos casos se adquieren repuestos de menor calidad.
- El área de mantenimiento está integrado por personal que desconoce de los aspectos técnicos de los equipos, también desconocen de las ventajas de implementar un mantenimiento preventivo.

### 3.3 Planteamiento del problema

Una vez realizadas diferentes actividades donde el diagnóstico desarrollado de las entrevistas, observaciones y de cuestionario con los integrantes del área de mantenimiento, personal que operan las prensas excéntricas y administrativos se percibió que las principales inquietudes están relacionadas con necesidades de mantenimiento, renovación de sus componentes y mejorar las instalaciones, lo que implica la intervención de un equipo de profesionales con conocimientos técnicos y de ingeniería.

Entre las prioridades e inquietudes observadas con el diagnóstico previo, en cuanto a mantenimiento resalta la carencia de un plan estratégico, lo que pone en riesgo la vida útil de los equipos, lo que acorta la funcionalidad de estos, así también la falta de ambientación visual dentro de la planta, ausencia de cartelera informativa y de anuncios de normas y prevenciones donde se destaquen algunas advertencias y recomendaciones sobre los equipos de la línea de prensas.

Debido a la ausencia de los elementos de un plan de mantenimiento como lo son las hojas de vida, requerimientos e instrucciones se detecta la necesidad de implementar un *programa de mantenimiento preventivo de la línea de prensas excéntricas*. Con la finalidad de lograr la máxima eficiencia de las máquinas debido al adecuado mantenimiento que se les realice, se quiere mostrar que el uso correcto del *programa de mantenimiento preventivo* reduce las paradas intempestivas que conllevan a las pérdidas de tiempo y disminución de calidad, aumenta la promoción de la seguridad, preservación del medio ambiente entre otros factores, aumentando así el mejoramiento en los procesos tecnológicos de la empresa que puede llevar a niveles de competitividad elevados que involucra el aumento de su producción, reducción de costos y sobre todo calidad.

## CAPITULO IV

### DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### 4.1 Historial de fallas en las prensas excéntricas

Se detalla a continuación el historial de fallas que presenta la línea de prensas excéntricas y las intervenciones de *mantenimiento correctivo* realizadas durante un año. Estos datos son proporcionados por el jefe de mantenimiento, así también, por la versión del personal que realizó los trabajos respectivos.

Estas acciones correctivas se realizaron a las ocho prensas excéntricas de la planta y se detallan por fechas con sus respectivos trabajos.

**Tabla 4.1 Historial de fallas de la línea de prensas excéntricas**

Código	Sistema	Fecha	Trabajo realizado	Costo de Mantto (\$)	Tiempo de Reparación (H)	Costo no Producción (\$)
PR1302	Transmisión	16/01/09	Cambio de correa de transmisión	50	1	150
PR1301	Eléctrico	18/01/09	Cambio de bornes y cable de alimentación	20	1	150
PR1305	Freno	25/01/09	Cambio de disco de freno	30	1	150
PR1306	Excéntrica	27/01/09	Cambio de tornillos de graduación de la carrera y tuerca de regulación	20	1	150
PR1401	Sujeción	31/01/09	Cambio de tope deslizante	30	2	300
PR1303	Excéntrica	01/01/09	Reparación parte superior del bastidor	400	8	1200
PR1301	Excéntrica	03/02/09	Reparación de manguito ranurado	30	1	150
PR1306	Accionamiento	04/02/09	Reparación de pedal, articulación inferior y superior.	30	2	300
PR1304	Excéntrica	05/02/09	Cambio de anillo excéntrico	50	4	600
PR1402	Transmisión	06/02/09	Cambio de polea de motor	50	1	150
PR1306	Accionamiento	09/02/09	Reparación de articulaciones	30	2	300
PR1304	Eléctrico	10/02/09	Cambio de fusibles y tablero eléctrico.	30	1	150
PR1401	Transmisión	11/02/09	Cambio de faja de Transmisión	60	1	150
PR1302	Freno	13/02/09	Cambio de palanca y rodillo	40	1	150
PR1305	Excéntrica	15/02/09	Cambio de tuerca de bloqueo	30	2	300

PR1301	Embrague	19/02/09	Reparación de las chavetas	60	2	300
PR1401	Sujeción	23/02/09	Reparación del expulsor positivo adaptado	40	1	150
PR1303	Sujeción	26/02/09	Cambio de tornillos de fijación del punzón	30	1	150
PR1305	Accionamiento	01/03/09	Cambio de pedal de puesta en marcha	30	1	150
PR1302	Transmisión	03/03/09	Cambio de chaveta de la volante	50	4	600
PR1401	Sujeción	04/03/09	Cambio de regletas y tornillos con tuercas	30	2	300
PR1304	Freno	06/03/09	Reparación del mecanismo de funcionamiento de leva	30	1	150
PR1402	Accionamiento	08/03/09	Reparación de balancín de disparo	30	2	300
PR1301	Accionamiento	09/03/09	Reparación de varilla de disparo	30	1	150
PR1302	Eléctrico	11/03/09	Cambio de fusibles y tablero eléctrico.	30	1	150
PR1306	Transmisión	11/03/09	Cambio de correa de transmisión	50	1	150
PR1303	Embrague	13/03/09	Cambio de varilla de embrague	30	2	300
PR1305	Sujeción	18/03/09	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
PR1304	Accionamiento	21/03/09	Reparación de balancín de disparo	40	2	300
PR1303	Eléctrico	22/03/09	Reparación del motor	80	6	900
PR1302	Sujeción	25/03/09	Cambio de tope deslizante	30	1	150
PR1401	Accionamiento	28/03/09	Cambio de pedal de puesta en marcha	30	1	150
PR1306	Transmisión	29/03/09	Reparación de freno de disco	50	2	300
PR1301	Sujeción	31/03/09	Cambio de regletas y tornillos con tuercas	30	1	150
PR1302	Transmisión	04/04/09	Cambio del mecanismo de impulsión de las chavetas.	80	2	300
PR1306	Eléctrico	04/04/09	Reparación del motor	80	6	900
PR1303	Excéntrica	06/04/09	Reparación de cuerpo de la biela	100	4	600
PR1401	Freno	07/04/09	Cambio de leva	120	6	900
PR1306	Accionamiento	09/04/09	Reparación de varilla de disparo	30	1	150
PR1304	Sujeción	15/04/09	Cambio de regletas y tornillos con tuercas	30	1	150
PR1301	Embrague	18/04/09	Cambio de varilla de embrague	50	1	150
PR1402	Transmisión	23/04/09	Cambio de correa de transmisión	60	1	150
PR1401	Excéntrica	27/04/09	Cambio de tornillo de reglaje	30	1	150
PR1306	Embrague	30/04/09	Reparación del mecanismo impulsor de las chavetas	50	2	300
PR1304	Transmisión	03/05/09	Cambio de correa de transmisión	50	1	150
PR1305	Excéntrica	04/05/09	Cambio de tornillos de graduación de la	40	1	150

			carrera y tuerca de regulación			
PR1301	Transmisión	06/05/09	Cambio de polea de motor	40	1	150
PR1401	Eléctrico	10/05/09	Cambio de fusibles y tablero eléctrico.	40	1	150
PR1302	Sujeción	14/05/09	Cambio de regletas y tornillos con tuercas	30	1	150
PR1302	Transmisión	19/05/09	Reparación de freno de disco	50	2	300
PR1301	Transmisión	25/05/09	Cambio de chaveta de la volante	50	4	600
PR1306	Accionamiento	29/05/09	Cambio de pedal de puesta en marcha	30	1	150
PR1303	Sujeción	30/05/09	Cambio de tope deslizante	30	1	150
PR1402	Freno	05/06/09	Cambio de leva	30	1	150
PR1303	Excéntrica	08/06/09	Reparación de rótula y casquillos	100	5	750
PR1301	Eléctrico	09/06/09	Cambio de fusibles y tablero eléctrico.	40	1	150
PR1402	Accionamiento	15/06/09	Reparación de articulaciones	40	1	150
PR1305	Transmisión	17/06/09	Reparación de freno	50	1	150
PR1302	Freno	19/06/09	Cambio de muelle	40	2	300
PR1306	Transmisión	24/06/09	Cambio de polea del motor	50	2	300
PR1304	Sujeción	27/06/09	Reparación de rotura de porta matriz	80	2	300
PR1305	Transmisión	29/06/09	Cambio de chaveta de la volante	50	4	600
PR1401	Sujeción	30/06/09	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
PR1402	Excéntrica	02/07/09	Cambio de tornillo de reglaje	30	1	150
PR1304	Excéntrica	04/07/09	Cambio de tuerca de bloqueo	30	1	150
PR1301	Excéntrica	05/07/09	Cambio de tuerca de bloqueo	30	1	150
PR1305	Embrague	06/07/09	Reparación de varilla de embrague	100	5	750
PR1301	Accionamiento	10/07/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1303	Sujeción	11/07/09	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
PR1302	Excéntrica	13/07/09	Cambio de tuerca y contratuerca	30	1	150
PR1401	Excéntrica	15/07/09	Cambio de tornillo de reglaje	30	1	150
PR1305	Accionamiento	18/07/09	Reparación de articulaciones	40	1	150
PR1304	Excéntrica	21/07/09	Cambio de tuerca y contratuerca	30	1	150
PR1301	Transmisión	23/07/09	Cambio de chaveta de volante	50	2	300
PR1304	Excéntrica	25/07/09	Reparación del manguito ranurado	40	2	300
PR1301	Sujeción	26/07/09	Cambio de regletas y tornillos con tuercas	30	1	150
PR1302	Freno	31/07/09	Cambio de tornillo de regulación	30	1	150
PR1305	Excéntrica	02/08/09	Cambio de tornillo de reglaje	30	1	150
PR1302	Sujeción	04/08/09	Cambio de tornillos de	30	1	150

			fijación del punzón			
PR1306	Accionamiento	05/08/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1402	Excéntrica	07/08/09	Cambio de tuerca de bloqueo	30	1	150
PR1306	Embrague	10/08/09	Limpieza de obstrucción de alojamiento de chaveta	40	2	300
PR1302	Sujeción	12/08/09	Reparación del expulsor positivo adaptado	40	1	150
PR1301	Accionamiento	14/08/09	Reparación de balancín de disparo	30	1	150
PR1401	Excéntrica	15/08/09	Cambio de tornillos de graduación de la carrera	30	1	150
PR1301	Transmisión	18/08/09	Cambio de chaveta de la volante	50	4	600
PR1401	Sujeción	20/08/09	Cambio de tornillos de fijación del punzón	30	1	150
PR1306	Embrague	25/08/09	Cambio de varilla de embrague	30	1	150
PR1302	Accionamiento	29/08/09	Reparación de articulaciones	30	1	150
PR1303	Excéntrica	31/08/09	Cambio de tornillo de reglaje	30	1	150
PR1304	Freno	02/09/09	Cambio de muelle	30	1	150
PR1301	Accionamiento	04/09/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1401	Excéntrica	05/09/09	Reparación de rótula y casquillos	100	5	750
PR1402	Embrague	06/09/09	Reparación del mecanismo impulsor de las chavetas	30	1	150
PR1302	Freno	08/09/09	Cambio de tornillo de regulación	30	1	150
PR1305	Eléctrico	10/09/09	Cambio de bornes y cable de alimentación	20	1	150
PR1301	Excéntrica	12/09/09	Reparación de rótula y casquillos	80	5	750
PR1302	Accionamiento	13/09/09	Reparación de balancín de disparo	30	1	150
PR1301	Transmisión	16/09/09	Cambio de correa de transmisión	50	1	150
PR1306	Sujeción	18/09/09	Cambio de regletas y tornillos con tuercas	30	1	150
PR1302	Accionamiento	20/09/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1303	Excéntrica	21/09/09	Cambio de tuerca de bloqueo	30	1	150
PR1304	Embrague	28/09/09	Reparación del mecanismo impulsor de las chavetas	40	2	300
PR1303	Accionamiento	30/09/09	Reparación de articulaciones	30	1	150
PR1304	Freno	01/10/09	cambio de leva	40	1	150
PR1302	Sujeción	03/10/09	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
PR1305	Eléctrico	04/10/09	Cambio de bornes y cable de alimentación	20	1	150
PR1401	Accionamiento	06/10/09	Reparación de pedal, articulación inferior	30	1	150
PR1402	Sujeción	10/10/09	Cambio de tornillos de graduación de la	30	1	150

			carrera			
PR1302	Accionamiento	12/10/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1305	Accionamiento	15/10/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1301	Transmisión	20/10/09	Cambio de chaveta de la volante	50	4	600
PR1302	Accionamiento	21/10/09	Reparación de articulaciones	30	1	150
PR1305	Excéntrica	23/10/09	Cambio de tuerca de bloqueo	30	1	150
PR1304	Sujeción	24/10/09	Cambio de tornillos de fijación del punzón	30	1	150
PR1303	Sujeción	29/10/09	Reparación del expulsor positivo adaptado	40	1	150
PR1304	Accionamiento	01/11/09	Reparación de balancín de disparo	30	1	150
PR1305	Accionamiento	03/11/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1401	Accionamiento	06/11/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1301	Freno	09/11/09	cambio de muelle	40	1	150
PR1305	Sujeción	16/11/09	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
PR1302	Eléctrico	18/11/09	Reparación del devanado del motor	80	6	900
PR1306	Accionamiento	23/11/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1304	Accionamiento	30/11/09	Reparación de varilla de disparo	30	1	150
PR1304	Transmisión	02/12/09	Reparación del mecanismo de impulsión de las chavetas.	60	2	300
PR1304	Excéntrica	05/12/09	Cambio de tornillos de graduación de la carrera	30	1	150
PR1305	Freno	06/12/09	Cambio disco de freno	40	1	150
PR1302	Embrague	08/12/09	Cambio de varilla de embrague	30	1	150
PR1402	Accionamiento	11/12/09	Reparación de balancín de disparo	40	1	150
PR1306	Transmisión	15/12/09	Cambio de correa de transmisión	50	1	150
PR1301	Accionamiento	19/12/09	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
PR1302	Embrague	23/12/09	Cambio de varilla de embrague	30	1	150
PR1305	Transmisión	26/12/09	Cambio de correa de transmisión	50	1	150
PR1401	Sujeción	27/12/09	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
PR1302	Accionamiento	30/12/09	Reparación de articulaciones	30	1	150
PR1301	Embrague	04/01/10	Reparación del mecanismo impulsor de las chavetas	30	1	150
PR1402	Transmisión	10/01/10	Cambio de chaveta de la volante	60	5	750

#### 4.1.1 Resumen de fallas en cada prensa excéntrica por sistema.

Tabla 4.2 Resumen de costos en las prensas excéntricas.

O P - C O E	SISTEMA	COSTOS		
		MANTENIMIENTO CORRECTIVO US\$	NO PRODUCCION US\$	COSTO TOTAL US\$

PR1301	TRANSMISION	340	2850	3190
	EXCENTRICA	110	900	1010
	ACCIONAMIENTO	150	750	900
	EMBRAGUE	90	450	540
	FRENO	100	450	550
	ELECTRICO	60	300	360
	SUJECION	30	150	180
	<b>TOTAL</b>	<b>880</b>	<b>5850</b>	<b>6730</b>

PR1302	TRANSMISION	270	1500	1770
	EXCENTRICA	120	600	720
	ACCIONAMIENTO	150	750	900
	EMBRAGUE	60	300	360
	FRENO	40	300	340
	ELECTRICO	110	1050	1160
	SUJECION	130	600	730
	<b>TOTAL</b>	<b>880</b>	<b>5100</b>	<b>5980</b>

PR1303	TRANSMISION	0	0	0
	EXCENTRICA	130	900	1030
	ACCIONAMIENTO	30	150	180
	EMBRAGUE	190	1200	1390
	FRENO	400	1200	1600
	ELECTRICO	80	900	980
	SUJECION	100	450	550
	<b>TOTAL</b>	<b>930</b>	<b>4800</b>	<b>5730</b>



<b>PR1304</b>	TRANSMISION	110	450	560
	EXCENTRICA	170	750	920
	ACCIONAMIENTO	100	600	700
	EMBRAGUE	110	900	1010
	FRENO	80	450	530
	ELECTRICO	30	150	180
	SUJECION	30	150	180
	<b>TOTAL</b>	<b>630</b>	<b>3450</b>	<b>4080</b>

<b>PR1305</b>	TRANSMISION	150	900	1050
	EXCENTRICA	170	1200	1370
	ACCIONAMIENTO	130	600	730
	EMBRAGUE	120	750	870
	FRENO	40	150	190
	ELECTRICO	20	150	170
	SUJECION	60	300	360
	<b>TOTAL</b>	<b>690</b>	<b>4050</b>	<b>4740</b>

<b>PR1306</b>	TRANSMISION	200	900	1100
	EXCENTRICA	100	600	700
	ACCIONAMIENTO	180	1200	1380
	EMBRAGUE	0	0	0
	FRENO	90	600	690
	ELECTRICO	20	150	170
	SUJECION	30	150	180
	<b>TOTAL</b>	<b>620</b>	<b>3600</b>	<b>4220</b>

<b>PR1401</b>	TRANSMISION	60	150	210
	EXCENTRICA	280	1950	2230
	ACCIONAMIENTO	90	450	540
	EMBRAGUE	30	150	180
	FRENO	0	0	0
	ELECTRICO	40	150	190
	SUJECION	160	1050	1210
	<b>TOTAL</b>	<b>660</b>	<b>3900</b>	<b>4560</b>

<b>PR1402</b>	TRANSMISION	170	1050	1220
	EXCENTRICA	60	300	360
	ACCIONAMIENTO	110	600	710
	EMBRAGUE	90	450	540
	FRENO	130	950	1080
	ELECTRICO	140	1050	1190
	SUJECION	130	1250	1380
	<b>TOTAL</b>	<b>830</b>	<b>5650</b>	<b>6370</b>

#### 4.1.2 Resumen total de fallas por sistema

Tabla 4.3 Resumen total de fallas

SISTEMA	COSTOS		
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO (\$)	NO PRODUCCION (\$)	TOTAL (\$)
TRANSMISION	1300	7500	8800
EXCENTRICA	1060	6600	7660
ACCIONAMIENTO	940	5100	6040
EMBRAGUE	700	4350	5050
FRENO	710	3000	3710
ELECTRICO	410	3150	3560
SUJECION	570	2850	3420
<b>TOTAL</b>	<b>5690</b>	<b>32550</b>	<b>38240</b>

#### 4.1.3 Observaciones de las acciones correctivas.

- Hay factores diversos que ocasionan la parada de los equipos como falta de repuestos, personal capacitado en prensas excéntricas y acondicionamientos mediante terceros que ejecutan las acciones correctivas en un lapso mayor de lo previsto.

- Con estos resultados obtenidos y las verificaciones realizadas se procede a realizar el programa de mantenimiento preventivo orientado a los sistemas que involucran mayor gasto en la empresa, para lograr el ahorro deseado que asegure llevar con eficacia el mantenimiento propuesto.
- Al producirse menos fallas, existe menos trabajo de resolución de problemas, lo que permite que la organización y dinero.

## **4.2 Principios básicos del mantenimiento preventivo.**

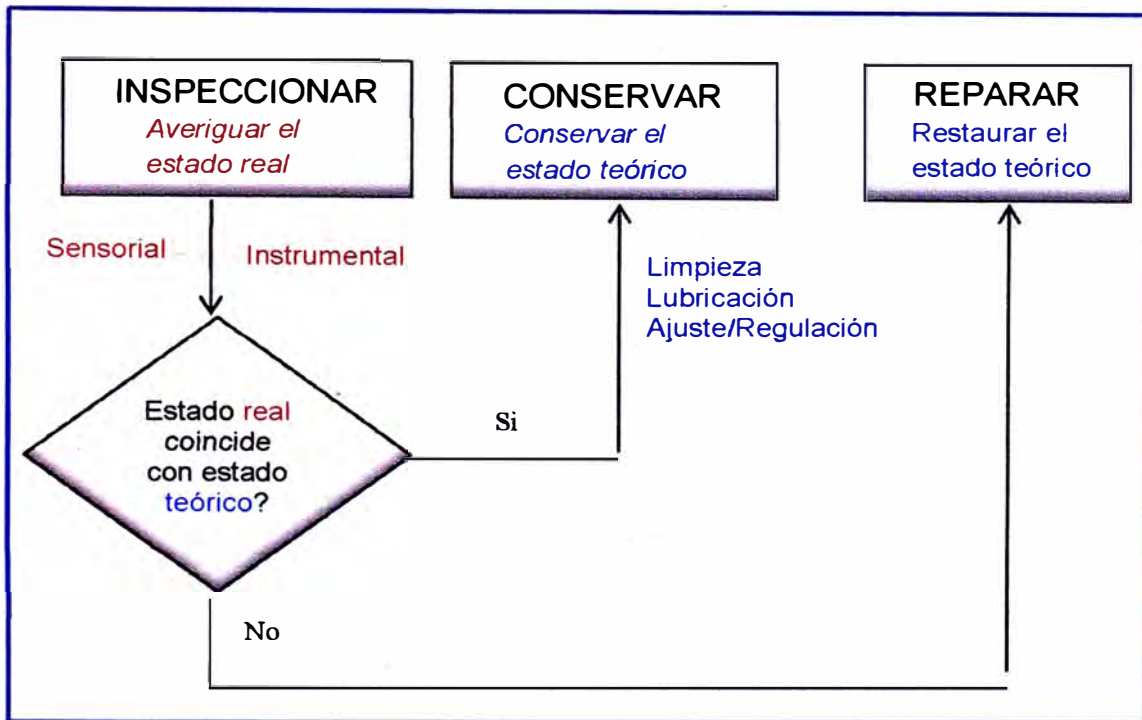
El mantenimiento preventivo consiste en la inspección, la limpieza y remplazos periódicos y sistemáticos de las piezas, los materiales y los sistemas deteriorados.

### **4.2.1 Tareas de mantenimiento preventivo.**

Las tareas de mantenimiento preventivo que se realizarán a las prensas excéntricas se dividen en tres:

- Inspección.
- Conservación.
- Reparación.

La *inspección* sirve para averiguar y evaluar el estado real, mientras que con los trabajos de *conservación* se pretende conservar el estado teórico y finalmente con los trabajos de *reparación* se restaura el estado teórico.



**Figura 4.1** Relación entre las tareas de mantenimiento preventivo.

#### 4.2.2 Inspección de los equipos

Para tener una guía de que y como inspeccionar, se recomienda:

1. Leer detenidamente el manual de operación del equipo, y si no existe, tratar de conseguir otro manual, con el proveedor o con otras empresas que tengan equipos similares.
2. Consultar con los proveedores del equipo o de equipos similares.
3. Revisar detenidamente las hojas de vida del equipo y las *órdenes de trabajo* que se le hayan hecho, para determinar los puntos más frecuentes de fallas.
4. Consultar con el personal técnico de la empresa, que tiene más conocimientos y experiencia técnica confiable.
5. Emplear el sentido común, para incluir los puntos de más desgaste mecánico o con mayor tiempo de funcionamiento.

La inspección es una de las acciones propias del mantenimiento preventivo, la cual se realiza en intervalos de tiempo prefijados. Dicho intervalo de tiempo entre inspecciones sucesivas se determina por lapso programado para cada cantidad de horas de funcionamiento del equipo, o también por intervalo de cantidad de unidades fabricadas por la prensa. Toda inspección toma en cuenta tres criterios relacionados con la planta:

- Capacidad de funcionamiento de la planta
- Seguridad de la planta
- Mantenimiento del valor de las instalaciones.

La capacidad de funcionamiento se refiere al caso donde el estado real deba corresponder con los límites del estado teórico. Para esto se establece sobre base de datos y documentos técnicos y manual de instrucciones. Se puede recurrir a proveedores o a los mismos operadores de los equipos que definen el estado real.

Al existir una diferencia entre el estado real y el estado teórico se ejecuta las medidas necesarias de reparación para restablecer el estado teórico.

#### **4.2.2.1 Frecuencia de inspección**

A continuación, luego de tomar la decisión de inspeccionar un equipo en particular, se define los intervalos de inspección, donde las frecuencias de mantenimiento se agrupan en:

- Intervalos de mantenimiento poco frecuentes
- Intervalos de mantenimiento demasiado frecuentes

Para el caso de intervalos de mantenimiento poco frecuentes, se evidencia el número excesivo de ocurrencia de fallas, donde el equipo falla antes de recibir el servicio de manutención apropiado.

En el otro caso de intervalos de mantenimiento demasiado frecuentes, hay un excesivo uso de mano de obra y repuestos que se cambian en el equipo antes que sufran un desgaste, originando costos innecesarios en el *programa de mantenimiento preventivo*.

Los tiempos de mantenimiento preventivo se deben establecer correctamente, para esto, si la razón de fallas es menor se procederá en alargar los tiempos para reducir los costos. En cambio si la razón de fallas es alta, se hará una reducción del tiempo entre servicios con la finalidad de evitar paradas intempestivas.

Para determinar satisfactoriamente la frecuencia *del programa de mantenimiento preventivo* se necesita los datos y registros inherentes al equipo.

Luego de reunir la información en un determinado tiempo, se debe hacer una verificación.

#### **4.2.2.2 Lista de verificación (Check list).**

La lista de verificación o check list es una lista de comprobación que permitirá trazar los planes de mantenimiento; es un documento que indica puntualmente que se debe inspeccionar de forma periódica en cada equipo antes de su funcionamiento y también durante su operación, esta actividad lo realiza generalmente el operario de cada equipo.

El primer punto a considerar es la frecuencia de inspección del equipo, esto se indicará, ya sea por días, semanas o meses. Se debe contar con fuentes confiables como recomendaciones de servicio del fabricante, recomendaciones de los mismos operadores de mantenimiento de cada equipo.

Luego de haber definido la frecuencia de inspección se completa el formato de la *lista de verificación*, detallando los demás puntos de inspección en forma clara, muy específica y fácil de comprender.

### 4.2.3 Conservación.

La conservación es el conjunto de actividades que se destina a mantener el estado teórico de las instalaciones y equipos de la empresa, así como de los recursos presentes. Las tareas de conservación tienen los siguientes objetivos:

- Lograr la permanente capacidad de funcionamiento de los equipos e instalaciones evitando que presenten fallas..
- Reducir la frecuencia de fallas, disminuyendo de esta manera su desgaste.

En este campo también los intervalos entre los trabajos de conservación se calculan de acuerdo al tiempo, cantidad de horas de funcionamiento y nivel de producción.

En esta tarea se debe involucrar al personal de mantenimiento como de producción.

Las principales tareas en la conservación de equipo son:

***Limpieza, lubricación y ajuste.***

#### 4.2.3.1 Limpieza de equipos

Los trabajos de limpieza es efectuado por el operador del equipo; esta actividad sencilla y económica es una de las mas efectivas del mantenimiento preventivo.

La limpieza es la eliminación de residuos, suciedad, polvo u otras materias que se adhieren a los componentes de la máquina, matrices, piezas de trabajo, materia prima que va a ser procesada en las prensas. Esta actividad debe ser íntegra hasta encontrar defectos ocultos en los equipos y partes vitales para tomar las medidas de solución, no solo consiste en que el equipo parezca limpio.

Con una limpieza exhaustiva se logra lo siguiente:

1. Los operadores adquieren mayor conocimiento del equipo
2. Se eliminan las fuentes y focos de suciedad y contaminación, facilitando de esta manera la limpieza.
3. Se establecen propios estándares de limpieza, y de conocimiento de tipo de fallas.

Se determina de esta forma las partes a limpiar, la frecuencia respectiva, las herramientas y materiales que se emplean y el personal respectivo.

#### **4.2.3.2 Lubricación de equipos**

.Esta actividad se realiza después de la limpieza, para evitar dificultades en el funcionamiento de las piezas. La lubricación previene el deterioro del equipo y lo hace más fiable.

Una inadecuada lubricación ocasiona obstrucciones, también conduce a una falta de exactitud de operación en las partes móviles, desgaste de piezas, aumentando los tiempos de calibración y ajuste.

También en este campo, se determina que debemos lubricar, la frecuencia respectiva, los lubricantes adecuados y el personal que atenderá respetando los estándares de lubricación. Se debe contar con un sistema sencillo para clasificar e identificar los lubricantes y relacionarlos con los sistemas y partes de la prensa excéntrica.

#### **4.2.3.3 Ajuste y calibración del equipo.**

El ajuste de equipo generalmente se refiere a los sistemas y componentes con uniones atornilladas, elementos de sujeción y porta herramientas de las prensas excéntricas. El operario de cada prensa es el que asegura cotidianamente que todos los elementos se encuentren debidamente atornillados y tensados, porque son principios básicos del buen funcionamiento de la prensa excéntrica.



Los ajustes deben llevarse a cabo teniendo como base mediciones o lecturas como: tolerancias del producto, desgaste de los componentes y herramientas y calidad del producto. Por ejemplo para solucionar el problema de los pernos flojos se puede usar contratueras.

#### **4.2.4 Reparación de los equipos.**

Los trabajos de reparación son todas las medidas que contribuyen a restaurar el estado teórico.

Se distinguen dos tipos de reparaciones:

- La reparación planificada
- La reparación no planificada

La reparación *planificada* se realiza cuando en la inspección se ha verificado un estado real que permite suponer que pronto va a producirse una avería.

En este caso generalmente se dispone de tiempo suficiente para planificar y preparar las acciones necesarias de mantenimiento; con la ventaja de reparar en forma rápida y racional.

La reparación no planificada es necesaria cuando se produce un daño inesperado. Estos daños radican generalmente en fallas de material o de operación del equipo mecánico.



Figura 4.2 Tipos de reparación.

### **4.3 Gestión de administración del mantenimiento preventivo**

El mantenimiento propuesto para la línea de las prensas excéntricas forma parte de la gestión de la gerencia de mantenimiento de la empresa, son quienes implementan el programa de mantenimiento en la planta, bajo el principio de políticas establecidas.

#### **4.3.1 Objetivo de la gestión de mantenimiento**

El programa de mantenimiento preventivo tiene como objetivo principal precisar los procedimientos y reglas para cumplir con el mantenimiento de los equipos de la fábrica.

Los logros de estas medidas son:

- Aprovechar al máximo el uso adecuado de las prensas
- Disponibilidad de los equipos cuando el incremento de la producción lo requiere.
- Incrementar la vida útil de las prensas excéntricas
- Minimizar los gastos ocasionados por mantenimiento de las prensas.
- Desarrollar los respectivos programas de control y mantenimiento de los equipos.

#### **4.3.2 Funciones del organigrama de mantenimiento**

- I. Jefe de mantenimiento.- Es el que dirige el área de mantenimiento, planifica las tareas de mantenimiento de los equipos de la fábrica, sus funciones principales son:

- A. Planificar el programa de mantenimiento preventivo de los equipos de las líneas de producción de la fábrica.
- B. Coordinar los trabajos cotidianos con los supervisores de la planta
- C. Preparar y definir el presupuesto del periodo anual de mantenimiento.

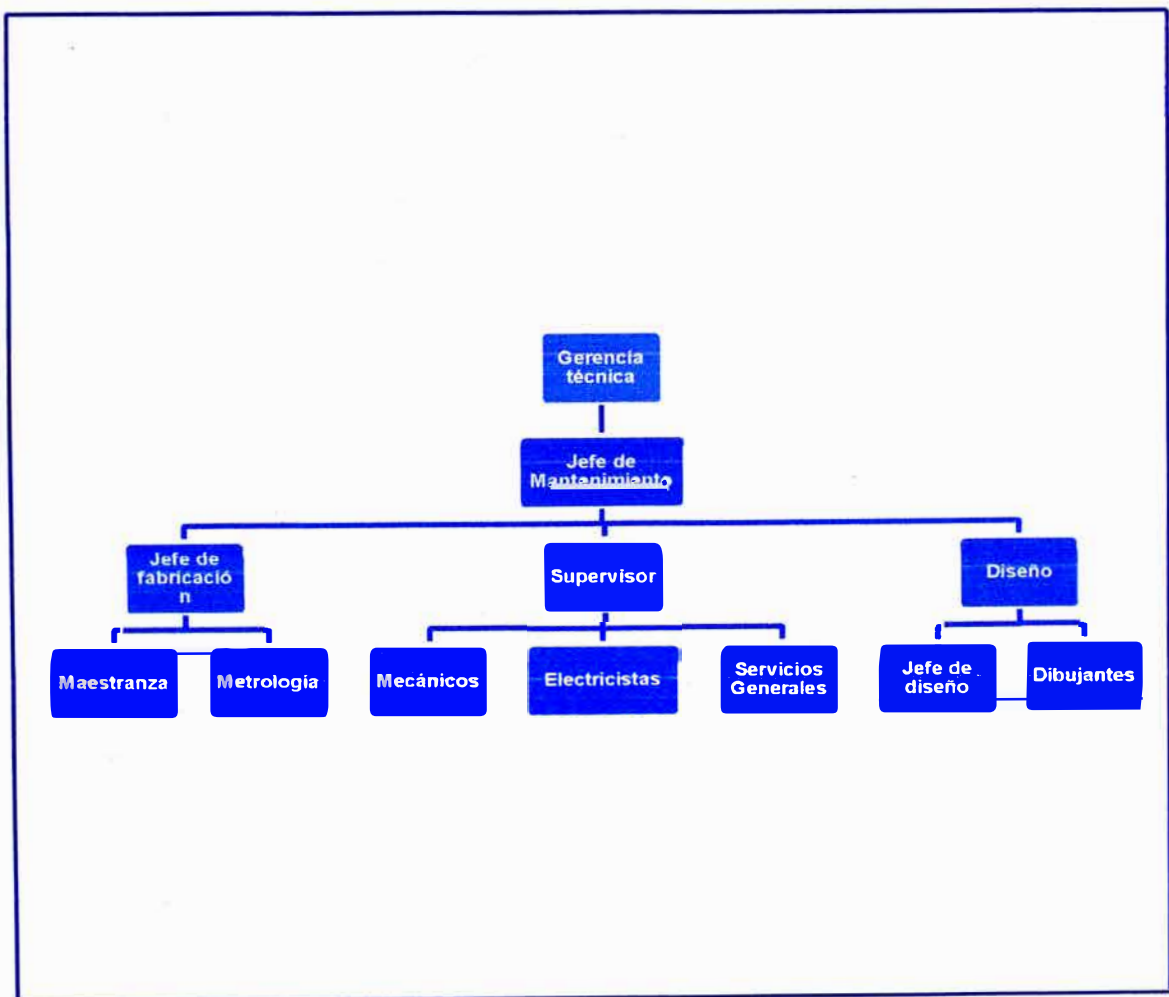


Figura 4.3 Organigrama de mantenimiento.

- D. Elaborar los informes técnicos y económicos a la Gerencia Administrativa y Economía.
  - E. Realizar los cuadros de costos por mantenimiento y reparaciones que requieren los equipos.
  - F. Coordinar sobre los pagos a proveedores de repuestos, materiales y servicios con el área de contabilidad.
  - G. Evaluar, seleccionar y realizar los contratos de mantenimiento y servicios con los respectivos proveedores.
- II. Supervisor de planta.- Es el encargado de cumplir las órdenes de la gerencia de mantenimiento, realiza la supervisión de las labores del personal técnico y de los proveedores de servicios, también administran el stock de repuestos e insumos; en síntesis, las funciones que realizan son:
- Coordinar y realizar labores de mantenimiento con el personal de soporte técnico respectivo.
  - Abastecer y realizar compras de los repuestos que necesitan los equipos.
  - Mantener estándares de mantenimiento a niveles actualizados y hacer cumplir los formatos.
- III. Personal técnico.- son los que directamente desarrollan las tareas de mantenimiento y reparación, conformado por áreas respectivas tenemos: mecánicos, técnicos electricistas y técnicos multifunción de otros servicios.

### 4.3.3 Pautas establecidas y procedimientos para el mantenimiento preventivo.

Tabla 4.4 Régimen establecido para operación de prensas excéntricas.

<b>Objetivo</b>	Definir los parámetros de uso y operación idóneos de las prensas excéntricas de la fábrica, para preservar de la mejor manera su funcionalidad y disponibilidad.
<b>Alcance</b>	Los lineamientos establecidos están dirigidos al personal que tiene a cargo el manejo de las dos líneas de prensas. Ellos ejercerán su labor teniendo la capacitación respectiva y comprobada.
<b>Líneas Directrices</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El operador de la prensa excéntrica, realizará en primer lugar la lista de verificación (check list) de la prensa respectiva antes de ejercer su trabajo bajo el formato CH-LP-001</li> <li>• El operador debe entregar el formato firmado y completamente relleno por el mismo al supervisor de mantenimiento detallando el estado de la máquina.</li> <li>• En el caso de presentarse algún desperfecto en la prensa durante el transcurso del trabajo, deberá dar aviso de inmediato al <i>supervisor de mantenimiento</i> para su evaluación respectiva.</li> <li>• Al existir daños en el equipo ocasionados por una mala operación, se hará una investigación para determinar al responsable.</li> </ul>

**Tabla 4.5 Régimen establecido a proveedores de repuestos y servicios.**

<b>Objetivo</b>	Definir los parámetros de trabajo que se debe tener para con los diferentes proveedores de repuestos y servicios.
<b>Alcance</b>	Los lineamientos establecidos están dirigidos al personal del área de mantenimiento de prensas involucrados con los procesos de suministro de repuestos y servicios.
<b>Líneas Directrices</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los proveedores que atienden los requerimientos de mantenimiento deben ser empresas que cuenten de prestigio en el mercado nacional.</li> <li>• Se debe exigir el cumplimiento de garantía respecto a la calidad de los repuestos y servicios a los proveedores, deben estar a disposición de aceptar el reclamo respectivo cuando sea necesario.</li> <li>• La adquisición de los repuestos o servicios se hará mediante la entrega de órdenes de compra, mediante el formato FLP-002</li> <li>• Los nuevos proveedores se registrarán mediante solicitud de estas empresas con previa carta de presentación de la oferta de sus servicios, para ser evaluados y luego decidir el caso.</li> <li>• Se debe solicitar a cada proveedor que entregue una carta de compromiso indicando que se cumpla con los estándares de garantía de la calidad de los repuestos y servicios ofrecidos.</li> </ul>

**Tabla 4.6 Régimen establecido para el personal de soporte técnico.**

<b>Objetivo</b>	Definir las normas de trabajo y sus respectivas funciones que debe contar el personal del área de mantenimiento.
<b>Alcance</b>	Los lineamientos establecidos están dirigidos a todo el personal del área de mantenimiento.
<b>Líneas Directrices</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal cumple su turno de trabajo de ocho horas efectivas, las horas de sobretiempo se coordina con el supervisor de mantenimiento respectivo.</li> <li>• Los trabajadores de soporte técnico solo ejercerá actividades de acuerdo a su especialidad.</li> <li>• El personal técnico llenará el registro de los trabajos en el informe diario de actividades FLP-003</li> <li>• Deben cumplir con el uso obligatorio de los elementos de seguridad tales como: implementos, vestuario adecuado, distintivos de seguridad, etc., que proporciona la empresa.</li> </ul>



**Tabla 4.7 Política de los servicios de mantenimiento de prensas.**

<b>Objetivo</b>	Definir los procedimientos de llevarse a cabo la ejecución de los servicios de mantenimiento de la línea de prensas de forma eficiente.
<b>Alcance</b>	Los lineamientos establecidos están dirigidos a todo el personal tanto a la plana superior como al personal operativo del área de mantenimiento.
<b>Líneas Directrices</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se procede a programar el mantenimiento preventivo tomando como base 200 horas de trabajo de cada prensa excéntrica, esto se registrará debidamente en el formato CH-LP-001.</li> <li>• Los trabajos de mantenimiento preventivo y pequeñas refacciones se realizan en el taller de la empresa, con los equipos mecánicos auxiliares que cuenta.</li> <li>• Los trabajos que requieren mayor conocimiento y/o que presentan mayor complejidad se realizarán en talleres e instalaciones de proveedores calificados.</li> <li>• El personal técnico llenará el registro de los trabajos en el informe diario de actividades FLP-003</li> <li>• En la medida posible se debe cumplir con las especificaciones técnicas del fabricante.</li> </ul>

**Tabla 4.8 Procedimiento a seguir para órdenes de trabajo**

<b>Objetivo</b>	Definir los documentos que se manejan dentro del área de mantenimiento para realizar los servicios de reparación y ejecución del mantenimiento de las prensas excéntricas.
<b>Alcance</b>	Los lineamientos establecidos están dirigidos a todo el personal tanto a la plana superior como al personal operativo del área de mantenimiento.
<b>Definiciones</b>	<p>Las órdenes de trabajo son documentos empleados por el área de mantenimiento que sirven para iniciar las actividades de reparación y/o mantenimiento.</p> <p>La orden de trabajo para mantenimiento (OT) es usado para ejecutar los trabajos que se realizan en el taller de la empresa previa programación.</p> <p>Las órdenes de trabajo son emitidas en duplicado y debidamente numeradas por el supervisor de mantenimiento, una copia es para la gerencia de mantenimiento quien aprobará la conformidad del trabajo con su respectiva firma.</p> <p>El formato de la orden de trabajo (OT) es FLP-004.</p>

**Tabla 4.9 Procedimiento: Registro de operaciones y trabajos.**

<b>Objetivo</b>	Establecer los tipos de registros donde se detallan las operaciones de mantenimiento y reparación que se realizan a las prensas excéntricas de la fábrica.
<b>Alcance</b>	Los lineamientos establecidos están dirigidos exclusivamente a la plana superior del área de mantenimiento.
<b>Procedimiento</b>	Todo servicio de mantenimiento o reparación que se efectúa a las prensas excéntricas de la fábrica será registrado en una base de datos, para obtener un historial de fallas e intervenciones de las prensas durante su periodo de vida útil.

**Tabla 4.10 Procedimiento: Registro de gastos.**

<b>Objetivo</b>	Establecer un sistema de registro de gastos que se realizan por la ejecución de los trabajos de reparación y mantenimiento.
<b>Alcance</b>	Los lineamientos establecidos están dirigidos al gerente de mantenimiento de la planta.
<b>Procedimiento</b>	<p>Todo gasto de mantenimiento o reparación se registrará en una base de datos para su contabilidad respectiva periodo de vida útil.</p> <p>Se debe diferenciar los gastos por mantenimiento de los gastos de reparación por mes obteniendo un gasto total.</p>

#### **4.4 Relación de equipos críticos**

El programa de mantenimiento preventivo propuesto se aplicará a las líneas o equipos más críticos que requiere la planta para evitar la disminución de la producción.

Se elabora a continuación la lista de criticidad de los equipos considerando los factores de antigüedad del equipo y nivel de prioridad o riesgo.

De la tabla de criticidad que se muestra a continuación obtenemos las líneas o equipos más críticos y de mayor riesgo de falla.

**Tabla 4.11 Criticidad de equipos de las líneas de la planta**

<b>LINEAS Y EQUIPOS</b>	<b>ANTIGÜEDAD DE MÁQUINAS Y EQUIPOS</b>	<b>NIVEL DE PRIORIDAD O RIESGO</b>
<b>LINEA DE CORTE</b>		
Guillotina de metal	<b>B</b>	<b>1</b>
<b>LÍNEA DE PRENSAS 1</b>		
Prensa PR1301	<b>C</b>	<b>1</b>
Prensa PR1302	<b>C</b>	<b>1</b>
Prensa PR1303	<b>B</b>	<b>1</b>
Prensa PR1304	<b>B</b>	<b>1</b>
Prensa PR1305	<b>C</b>	<b>1</b>
Prensa PR1306	<b>B</b>	<b>1</b>
<b>LÍNEA DE PRENSAS 2</b>		
Prensa PR1401	<b>B</b>	<b>1</b>
Prensa PR1402	<b>C</b>	<b>1</b>

<b>ANTIGÜEDAD</b>		<b>RIESGO</b>	
<b>6 MESES</b>	<b>A</b>	<b>ALTO</b>	<b>1</b>
<b>5 AÑOS</b>	<b>B</b>	<b>MEDIANO</b>	<b>2</b>
<b>20 AÑOS</b>	<b>C</b>	<b>GENERAL</b>	<b>3</b>

<b>LINEAS Y EQUIPOS</b>	<b>ANTIGÜEDAD DE MÁQUINAS Y EQUIPOS</b>	<b>NIVEL DE PRIORIDAD O RIESGO</b>
<b>LINEA DE ENSAMBLE Y ACABADO</b>		
Taladros de Columna	<b>B</b>	<b>1</b>
Remachadora	<b>C</b>	<b>1</b>
<b>LINEA DE TRATAMIENTO TÉRMICO Y PINTADO</b>		
Horno para secado de pintura	<b>B</b>	<b>1</b>
Horno refractario	<b>B</b>	<b>1</b>
Equipo de pintado	<b>B</b>	<b>1</b>
<b>LINEA DE GALVANIZADO</b>		
Rectificador de corriente	<b>C</b>	<b>1</b>
Tinas para cromado, zincado y niquelado	<b>C</b>	<b>1</b>
<b>LINEA ELECTRICA</b>		
Equipo de soldar	<b>B</b>	<b>1</b>
Equipo de soldadura de punto	<b>C</b>	<b>1</b>

<b>ANTIGÜEDAD</b>		<b>RIESGO</b>	
<b>6 MESES</b>	<b>A</b>	<b>ALTO</b>	<b>1</b>
<b>5 AÑOS</b>	<b>B</b>	<b>MEDIANO</b>	<b>2</b>
<b>20 AÑOS</b>	<b>C</b>	<b>GENERAL</b>	<b>3</b>

Tabla 4.12 Selección de equipos por criticidad

LINEAS		EFECTO SOBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIO AMBIENTE	VALOR TÉCNICO ECONÓMICO	LA FALLA AFECTA				PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)	FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA	DEPENDENCIA LOGÍSTICA	DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRERA	FACILIDAD DE REPARACION (MANTENIBILIDAD)	PUNTAJE FINAL
				a	b	c	d						
LÍNEA DE CORTE	GUILLOTINA DE METAL	0	2	0	0	1	0	0	1	1	2	1	8
LÍNEA DE PRENSAS 1	PR 101	2	2	1	1	0	1	2	2	2	2	2	17
	PR 102	0	2	1	0	1	1	2	2	2	2	2	15
	PR 103	0	2	1	1	1	1	0	2	2	2	2	14
	PR 104	2	2	1	1	0	1	2	1	1	0	0	11
	PR 105	0	2	1	1	0	0	2	1	1	2	1	11
	PR 106	0	2	1	1	0	1	2	1	1	0	1	10
LÍNEA DE PRENSAS 2	PR 101	0	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	15
	PR 102	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	18
LÍNEA DE ENSAMBLE Y ACABADO	TALADROS DE COLUMNA	2	1	1	1	1	1	0	2	2	2	0	13
	REMACHADORA	0	1	1	1	0	1	2	2	0	0	0	8
LÍNEA DE TRATAMIENTO TÉRMICO Y PINTADO	HORNO PARA SECADO	2	2	1	1	1	1	0	2	2	2	1	15
	HORNO REFRACTARIO	0	2	1	1	1	0	0	2	1	0	0	8
	EQUIPO DE PINTADO	2	2	1	1	0	0	0	2	2	2	0	12
LÍNEA DE GALVANIZADO	TINAS DE ZINCADO Y CROMADO	0	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	8
	RECTIFICADOR DE CORRIENTE	0	2	1	0	1	0	2	2	2	0	2	12
LÍNEA ELÉCTRICA	EQUIPO DE SOLDAR	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	1	13
	SOLDADOR DE PUNTO	0	1	1	1	0	0	2	2	0	2	0	9

#### 4.5 Tareas de mantenimiento

Para determinar las tareas de mantenimiento analizaremos la prensa excéntrica PR1301 por ser una de las *más críticas* esto se hará dividiéndolo en sistemas, luego subdividimos en partes y las respectivas actividades a realizar.

Los sistemas en que se divide la prensa excéntrica RICETTI 45 T (PR1402) son:

- Sistema de accionamiento
- Sistema de transmisión
- Sistema de excéntrica
- Sistema de freno
- Sistema de embrague
- Sistema eléctrico
- Sistema de sujeción

A continuación dividimos las tareas en tres categorías: *Operación, parada y renovación.*

1. *Tareas de operación.* Son las que se realiza en forma rutinaria y duran a lo más una hora.
2. *Tareas de parada.* Son aquellas que necesitan que la máquina o línea se paralice, duran más de una hora y su frecuencia es mensual o semestral.
3. *Tareas de renovación.* Son todas aquellas que necesitan cambio de un componente, se ven con poca frecuencia, son costosos y la frecuencia entre cambios puede ser cada año o más.

Ahora establecemos las tareas de mantenimiento en forma detallada según la categoría.

**Tabla 4.13 Sistema de accionamiento**

TAREA	OPERACION	PARADA	RENOVACION
Inspección de pedal de puesta en marcha	x		
Inspección de articulación inferior y superior		x	
Inspección de funcionamiento de balancín de disparo	x		
Cambio de varilla de disparo			x
Cambio de balancín de disparo			x
Cambio de zapata pedal			x
Inspección de la pletina de disparo		x	

**Tabla 4.14 Sistema de transmisión**

TAREA	OPERACION	PARADA	RENOVACION
Inspección de faja	x		
Inspección de polea del motor		x	
Inspección de chaveta de la volante		x	
Cambio de faja			x
Inspección del mecanismo de impulsión de las chavetas		x	
Cambio de chaveta de la volante			x
Cambio de polea del motor			x



**Tabla 4.15 Sistema de Excéntrica**

TAREA	OPERACION	PARADA	RENOVACION
Verificación de ajuste de tuerca y contratuerca		x	
Inspección del mecanismo de carro de la prensa		x	
Cambio de tornillos de graduación de la carrera			x
Cambio de anillo excéntrico			x
Inspección del mecanismo biela manivela		x	
Cambio de tuerca de bloqueo			x
Cambio de tornillo de reglaje			x
Cambio de rótula			x

**Tabla 4.16 Sistema de freno**

TAREA	OPERACION	PARADA	RENOVACION
Verificación del disco de freno		x	
Inspección de palanca y rodillo	x		
Cambio de muelle y tornillo de regulación			x
Inspección de funcionamiento de la leva		x	
Cambio de palanca y rodillo			x
cambio de leva			x

**Tabla 4.17 Sistema de embrague**

TAREA	OPERACION	PARADA	RENOVACION
inspección de la chavetas		x	
Inspección de varilla de embrague		x	
Inspección del mecanismo de impulsión de las chavetas		x	
Cambio de chavetas			x
Cambio de varilla de embrague			x
Limpieza de alojamiento de chaveta		x	

**Tabla 4.18 Sistema eléctrico**

TAREA	OPERACION	PARADA	RENOVACION
Inspección de bornes y cable de alimentación	x		
limpieza de tablero y porta cables		x	
Cambio de bornes y cable de alimentación			x
Inspección del motor eléctrico		x	
Cambio de tablero eléctrico y fusibles			x
Cambio del devanado del motor eléctrico			x

**Tabla 4.19 Sistema de sujeción**

TAREA	OPERACION	PARADA	RENOVACION
Inspección de los tornillos de fijación del punzón	x		
Inspección y limpieza de las guías del bastidor		x	
Inspección de los tornillos de la parte inferior de sujeción de la hembra de la matriz		x	
Limpieza de ranuras de ajuste en T de la parte inferior de la mesa	x		
Cambio de tornillos de la parte inferior			x
Cambio de regletas y tornillos con tuercas			x
Cambio de tope deslizante			x

#### 4.6 Programa de mantenimiento preventivo

El objetivo de mantenimiento preventivo es detectar y corregir los principales problemas antes que ocasionen fallas. Para ello el mantenimiento preventivo elabora un conjunto de actividades que serán realizadas por usuarios, operarios y personal de mantenimiento.

##### 4.6.1 Tiempo asignado para reparaciones

Para establecer los tiempos para reparaciones se toma como base la frecuencia de dicha reparación o mantenimiento y la duración de la actividad preventiva a realizar.

Para definir la frecuencia de reparación, se toma como base las especificaciones de catálogos de fabricantes para algunos sistemas o componentes, también se utilizó la sugerencia de los técnicos y operarios de los equipos; se trabajó en equipo considerando al personal técnico de mayor experiencia para finalmente determinar las frecuencias de mantenimiento y el tiempo de reparación respectivo.

A continuación se detalla un ejemplo de la duración de reparación y su respectiva frecuencia de los sistemas.

**Tabla 4.20 Sistema de accionamiento**

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	FRECUENCIA (DIAS)	DURACIÓN (HORAS)
Inspección de funcionamiento de balancín de disparo	90	2
Inspección de pedal de puesta en marcha	15	0.25
Inspección de articulaciones	90	2
Cambio de varilla de disparo	360	1
Cambio de balancín de disparo	360	2
Cambio de zapata pedal	540	0.5
Cambio de pletina e disparo	720	2

**Tabla 4.21 Sistema de transmisión**

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	FRECUENCIA (DIAS)	DURACIÓN (HORAS)
Inspección de faja	7	0.25
Inspección de polea de motor	90	0.5
Inspección de chaveta de la volante	90	2
Cambio de faja	360	1
Cambio de chaveta de la volante	360	2
Cambio de polea del motor	720	2

#### 4.6.2 Elaboración de programa de mantenimiento preventivo

Después de elaborar las tareas de mantenimiento preventivo con sus frecuencias de reparación y sus respectivos tiempos que involucra cada actividad procedemos a elaborar el programa de mantenimiento preventivo para la prensa excéntrica RICETTI 45 T de la *línea de prensas excéntricas*, en función a los sistemas y componentes para lograr la mayor eficiencia y disponibilidad de los equipos.

Tabla 4.22 Programa de mantenimiento preventivo de prensa excéntrica PR1402.

SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DIAS)	DURACIÓN (HORAS)
ACCIONAMIENTO	Inspección de pedal de puesta en marcha	15	0.25
	Inspección de articulación inferior	90	1
	Inspección de articulación superior	90	1
	Inspección de funcionamiento de balancin de disparo	90	2
	Inspección de la pletina de disparo	180	2
	Inspección de varilla de disparo	90	2
	Cambio de varilla de disparo	360	1
	Cambio de zapata pedal	360	2
	Cambio de balancín de disparo	540	2
	Cambio de articulacion superior	720	2
	Cambio de articulacion inferior	720	2
	Cambio de la pletina de disparo	720	2
ELÉCTRICO	Inspección de bornes	7	0.25
	Inspección de cable de alimentación	15	0.25
	Inspección de tablero y porta cables	90	1
	Inspección de colector y delgas del motor	90	1
	Inspección del devanado del motor	90	1
	Cambio de bornes	360	1
	Cambio de cable de alimentación	540	2
	Cambio de portacables	540	1
	Cambio de tablero y fusibles	540	1
	Cambio de devanado del motor eléctrico	720	2

SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DIAS)	DURACIÓN (HORAS)
EMBRAGUE	Inspección de varilla de embrague	15	0.25
	Inspección del mecanismo de impulsión de las chavetas	90	2
	Inspección de las chavetas	90	1
	Inspección de alojamientos de chavetas	180	2
	Limpieza de alojamiento de chaveta	180	1
	Cambio de chavetas	360	2
	Cambio de varilla de embrague	360	1
	Cambio de muelle	540	2
	Cambio de la pieza desplazable	540	2
	Cambio disco de embrague	540	2
	Cambio de mecanismo de impulsión	720	2
EXCÉNTRICA	Inspección de ajuste de tuerca y contratuerca	7	0.25
	Inspección de mecanismo de carro de la prensa	15	0.5
	Inspección de ajuste de tornillos de graduación de carrera	7	0.25
	Inspección del mecanismo biela manivela	15	0.5
	Inspección del anillo excéntrico	15	0.5
	Inspección de tuerca de bloqueo	30	0.5
	Inspección de tornillo de reglaje	30	0.5
	Cambio de tornillos de graduación de carrera	180	0.5
	Cambio de anillo excéntrico	360	2
	Cambio de tornillo de reglaje	360	1
	Cambio de tuerca de bloqueo	540	1
	Cambio de rótula	720	4
	Cambio de casquillos	540	2
	Cambio de manguito ranurado	540	1
FRENO	Inspección del disco de freno	15	0.25
	Inspección de palanca y rodillo	7	0.25
	Inspección del funcionamiento de leva	30	0.5
	Inspección de muelle y tornillo de regulación	30	0.5
	Inspección de collar metálico y ferodo	90	1
	Cambio de muelle	180	1
	Cambio de tornillo de regulación	360	1
	Cambio de palanca y rodillo	360	1
	Cambio del disco	180	2
	Cambio de leva	360	2
	Cambio de collar metálico	540	2

SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	FRECUENCIA (DIAS)	DURACIÓN (HORAS)
<b>SUJECCIÓN</b>	Inspección de tornillos de fijación del punzón	7	0.25
	Inspección y limpieza de las guías del bastidor	15	0.5
	Inspección de tornillos de la parte inferior de la mesa de sujeción	15	0.25
	Inspección y limpieza de ranuras de ajuste en T de la parte inferior de la mesa	15	0.5
	Inspección de tope deslizante	30	0.25
	Inspección de regletas y tornillos con tuercas	90	0.5
	Cambio de tornillos de la parte inferior	180	0.5
	Cambio de regletas y tornillos con tuercas	360	0.5
	Cambio de tornillos de fijación del punzón	360	0.5
	Cambio de tope deslizante	360	0.5
	Cambio de tope fijo al bastidor	540	1
	Cambio de guías	360	1
<b>TRANSMISIÓN</b>	Inspección de faja	7	0.25
	Inspección de polea de motor	15	0.25
	Inspección de la chaveta de la volante	90	2
	Inspección de mecanismo de impulsión	90	2
	Inspección de cojinetes del arbol	90	1
	Inspección del arbol de accionamiento	180	1
	Cambio de cojinetes	360	2
	Cambio de chaveta de la volante	360	4
	Cambio de faja	540	1
	Cambio de polea de motor	540	2
	Maquinado canal chavetero	720	6

Todas las tareas de mantenimiento preventivo se ejecutan con las respectivas órdenes de trabajo, donde se registran las actividades realizadas, para de esta manera tener una data de las actividades.

Se tiene que cumplir íntegramente con el programa de mantenimiento preventivo.

#### 4.7 Índices de mantenimiento

La obtención de los indicadores de mantenimiento se logra con las mediciones que facilitan su gestión de forma inmediata.

Los principales indicadores son:

- Disponibilidad de líneas de producción
- % mantenimiento correctivo versus % mantenimiento preventivo
- Cumplimiento de las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

La fórmula para el cálculo de la *disponibilidad*, considerando el lapso de un mes, se presenta en la siguiente tabla:

Índice	Unidad	Fórmula
Tiempo disponible	H	T. Calendario - T. Paradas Programadas
Tiempo de operación	H	T. Disponible – T. Falla de equipos – T. Paradas de rutina – T. Paradas imprevistas
Disponibilidad	%	(T. Operación / T. Disponible)*100

El indicador *% Mantto. correctivo versus % Mantto. preventivo* nos indica la efectividad de nuestro programa de mantenimiento preventivo. Partiendo del historial de fallas correctivas que actualmente se realiza se puede determinar en el transcurso de los meses si estos valores disminuyen.

Para ello se cuenta con las fórmulas siguientes:

$$\% \text{ O. T. Correctivo} = \text{N}^\circ \text{ O. T. Correctivo} / \text{N}^\circ \text{ O. T. Totales}$$

$$\% \text{ O. T. Preventivo} = \text{N}^\circ \text{ O. T. Preventivo} / \text{N}^\circ \text{ O. T. Totales}$$



El indicador *cumplimiento de órdenes de trabajo preventivo* nos señala si el personal técnico está cumpliendo con el programa establecido y también la predisposición a los cambios.

$$\% \text{ Cumplimiento preventivo} = \text{O. T. Preventivos realizados} / \text{O. T. Preventivos planificados}$$

#### 4.8 Cálculo de Indicadores

En la siguiente tabla se detalla el cálculo de la disponibilidad relativo a un mes de la línea de prensas excéntricas.

**Tabla 4.23 Cálculo de la disponibilidad de la línea de prensas excéntricas**

Tiempo calendario	$30 * 12$	360
Tiempo sin programar	$4 * 12$	48
Tiempo de mantenimiento programado	$4 * 2$	8
Tiempo disponible	$360 - 48 - 8$	304
Tiempo de paradas por falla de equipo	148	148
Tiempo de paradas imprevistas	8	8
Tiempo de paradas rutinarias	8	8
Tiempo total de paradas	$148 + 8 + 8$	164
Tiempo operativo	$360 - 164$	196
Disponibilidad	$196 / 360$	54%

Para el transcurso de un año se consigue los siguientes resultados:

**Tabla 4.24 Resultados obtenidos de *disponibilidad* en 12 meses**

Mes	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10
Disponibilidad de la línea de prensas 1	55%	55%	57%	58%	62%	64%
Disponibilidad de la línea de prensas 2	54%	55%	57%	60%	60%	59%

Mes	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11
Disponibilidad de la línea de prensas 1	64%	69%	65%	64%	65%	69%
Disponibilidad de la línea de prensas 2	60%	64%	63%	61%	63%	64%

**Tabla 4.25 Resultado de % *Mtto. Correctivo* vs. % *Mtto. Preventivo* en 12 meses.**

Meses	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10
N° O. T. Correctivo	34	35	32	29	31	24
N° O. T. Preventivo	1	3	5	10	11	12
<b>N° O. T. en total</b>	<b>35</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>36</b>
<b>% O. T. Correctivo</b>	<b>97%</b>	<b>92%</b>	<b>86%</b>	<b>74%</b>	<b>74%</b>	<b>67%</b>
<b>% O. T. Preventivo</b>	<b>3%</b>	<b>8%</b>	<b>14%</b>	<b>26%</b>	<b>26%</b>	<b>33%</b>

Meses	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11
N° O. T. Correctivo	23	24	23	24	21	20
N° O. T. Preventivo	12	12	12	12	14	11
<b>N° O. T. en total</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>31</b>
<b>% O. T. Correctivo</b>	<b>66%</b>	<b>67%</b>	<b>66%</b>	<b>67%</b>	<b>60%</b>	<b>65%</b>
<b>% O. T. Preventivo</b>	<b>34%</b>	<b>33%</b>	<b>34%</b>	<b>33%</b>	<b>40%</b>	<b>35%</b>

Finalmente tenemos el indicador de cumplimiento de las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

**Tabla 4.26 Resultado de Cumplimiento de órdenes de trabajo preventivo en 12 meses.**

<b>Meses</b>	<b>feb-10</b>	<b>mar-10</b>	<b>abr-10</b>	<b>may-10</b>	<b>jun-10</b>	<b>jul-10</b>
O. T. Realizados	1	3	5	10	11	12
O. T. Planificados	1	3	7	15	15	13
<b>Indice</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>71%</b>	<b>67%</b>	<b>73%</b>	<b>92%</b>

<b>Meses</b>	<b>ago-10</b>	<b>sep-10</b>	<b>oct-10</b>	<b>nov-10</b>	<b>dic-10</b>	<b>ene-11</b>
O. T. Realizados	12	11	12	12	14	11
O. T. Planificados	14	12	12	12	14	11
<b>Indice</b>	<b>86%</b>	<b>92%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

## CAPITULO V

### COSTOS

Para evaluar los costos de las actividades de mantenimiento realizadas a las líneas de prensas excéntricas 1 y 2 por que son las más críticas que hemos definido, tomaremos como base los reportes que estas líneas y el equipo crítico proyectan a lo largo de un año.

Con estos datos evaluaremos los ahorros que se obtiene con la aplicación del mantenimiento preventivo.

#### 5.1 Resumen de actividades de mantenimiento preventivo y reparación

A continuación se presenta un resumen de las actividades de mantenimiento preventivo y de las reparaciones que se efectuaron durante el periodo de un año (Febrero de 2010 - Enero de 2011).

Tabla 5.1 Resumen de fallas principales en las prensas excéntricas.

<b>COD. PR</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>FECHA</b>	<b>TAREAS</b>	<b>COSTO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>Costo No Producción</b>
1305	Accionamiento	07/02/10	Reparación de pedal y articulaciones	50	2	300
1401	Accionamiento	10/03/10	Reparación de balancín	30	1	300
1402	Accionamiento	05/04/10	Reparación de pedal y articulaciones	40	2	300
1304	Accionamiento	25/04/10	Reparación de balancín	30	1	150
1302	Accionamiento	18/05/10	Reparación de pedal y articulaciones	30	2	300
1305	Accionamiento	02/06/10	Reparación de articulaciones	30	1	150
1402	Accionamiento	15/06/10	Reparación de pedal y articulaciones	30	2	300
1303	Accionamiento	30/06/10	Reparación de articulaciones	30	1	150
1402	Accionamiento	05/07/10	Reparación de articulaciones	30	1	300

COD. PR	SISTEMA	FECHA	TAREAS	COSTO	TIEMPO	Costo No Prod.
1303	Accionamiento	06/07/2010	Reparación de articulaciones	30	1	150
1304	Accionamiento	12/07/2010	Reparación de pedal, articulación inferior y superior	30	2	300
1304	Accionamiento	20/07/2010	Reparación de pedal y articulación inferior	30	1	150
1401	Accionamiento	19/08/2010	Reparación de balancín de disparo	30	2	300
1303	Accionamiento	24/09/2010	Reparación de balancín de disparo	30	2	300
1304	Accionamiento	08/10/2010	Reparación de articulaciones	30	2	300
1301	Accionamiento	07/11/2010	Reparación de pedal, articulación inferior y superior	30	2	300
1302	Accionamiento	16/12/2010	Reparación de articulaciones	30	1	150
1402	Accionamiento	12/01/2011	Reparación de pedal, articulación inferior y superior	30	2	300
<b>Sub total</b>	<b>Accionamiento</b>			<b>570</b>		<b>4500</b>
1401	Excentrica	04/02/2010	Cambio de los tornillos de graduación de la carrera y tuerca de regulación.	20	1	150
1302	Excentrica	22/02/2010	Cambio de tornillos de fijación del punzón	30	1	150
1305	Excentrica	12/03/2010	Reparación de rótula y casquillos	80	5	750
1304	Excentrica	03/04/2010	Reparación de rótula y casquillos	80	5	750
1303	Excentrica	25/04/2010	Cambio de los tornillos de graduación de la carrera y tuerca de regulación.	20	1	150
1401	Excentrica	10/05/2010	Cambio de tornillos de fijación del punzón	30	1	150
1301	Excentrica	05/06/2010	Cambio de tornillos de graduación de la carrera	30	1	150
1306	Excentrica	10/07/2010	Cambio de tornillos de fijación del punzón	30	1	150
1304	Excentrica	09/08/2010	Cambio de los tornillos de graduación de la carrera y tuerca de regulación.	20	1	150
1305	Excentrica	15/09/2010	Cambio de tornillos de fijación del punzón	30	1	150
1306	Excentrica	23/10/2010	Cambio de tornillos de graduación de la carrera	30	1	150
1301	Excentrica	21/11/2010	Cambio de tornillos de fijación del punzón	30	1	150
<b>total</b>	<b>Excéntrica</b>			<b>430</b>		<b>3000</b>

1302	Embrague	06/02/2010	Cambio de anillo excéntrico	50	4	600
1304	Embrague	10/02/2010	Cambio de tuerca de bloqueo	30	2	300
1306	Embrague	05/03/2010	reparación de cuerpo de la biela	100	4	600
1305	Embrague	30/03/2010	Cambio de tornillo de reglaje	30	1	150
1401	Embrague	25/04/2010	Cambio de tuerca de bloqueo	30	2	300
1303	Embrague	02/06/2010	Cambio de tuerca y contratuerca	30	2	300
1304	Embrague	04/07/2010	Cambio de anillo excéntrico	50	4	600
1303	Embrague	12/08/2010	Reparación de cuerpo de la biela	100	4	600
1301	Embrague	21/09/2010	Reparación de manguito ranurado	40	2	300
1302	Embrague	03/11/2010	Cambio de tuerca de bloqueo	30	2	300
1402	Embrague	20/12/2010	cambio de tuerca y contratuerca	30	2	300
1401	Embrague	24/01/2011	Reparación de manguito ranurado	40	2	300
<b>Sub total</b>	<b>Embrague</b>			<b>560</b>		<b>4650</b>
1302	Freno	02/02/2010	Reparación de soporte de motor	60	2	300
1306	Freno	25/03/2010	Refuerzo de la base	40	1	150
1305	Freno	12/04/2010	Reparación parte superior del bastidor	40	2	300
1304	Freno	03/05/2010	Reparación de soporte de motor	60	2	300
1303	Freno	05/06/2010	Refuerzo de la base	40	1	150
1401	Freno	07/07/2010	Reparación de soporte de motor	60	2	300
1301	Freno	25/09/2010	Reparación parte superior del bastidor	40	2	300
1306	Freno	03/12/2010	Reparación de soporte de motor	60	2	300
<b>Sub total</b>	<b>Freno</b>			<b>400</b>		<b>2100</b>
1304	Eléctrico	08/02/2010	Cambio de bornes y cable de alimentación	20	1	150
1302	Eléctrico	25/02/2010	Cambio de fusibles y tablero eléctrico	30	1	150
1305	Eléctrico	30/03/2010	Reparación del motor	80	6	900
1301	Eléctrico	05/05/2010	Reparación del devanado de motor	80	6	900
1401	Eléctrico	27/06/2010	Cambio de bornes y cable de alimentación	20	1	150
1304	Eléctrico	09/08/2010	Cambio de fusibles y tablero eléctrico	30	1	150
1306	Eléctrico	02/10/2010	Cambio de fusibles y tablero eléctrico	30	1	150
1305	Eléctrico	13/12/2010	Cambio de bornes y cable de alimentación	20	1	150
<b>Sub total</b>	<b>Eléctrico</b>			<b>310</b>		<b>2700</b>

1305	Sujeción	03/02/2010	Cambio de tope deslizante	30	1	150
1402	Sujeción	18/02/2010	Cambio de regletas y tomillos con tuercas	30	1	150
1306	Sujeción	12/03/2010	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
1304	Sujeción	28/04/2010	Reparación de expulsor positivo adaptado	40	1	150
1301	Sujeción	15/05/2010	Cambio de tope deslizante	30	1	150
1303	Sujeción	17/06/2010	Cambio de regletas y tomillos con tuercas	30	1	150
1302	Sujeción	20/07/2010	Cambio de tope deslizante	30	1	150
1401	Sujeción	24/08/2010	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
1305	Sujeción	07/09/2010	Cambio de regletas y tomillos con tuercas	30	1	150
1306	Sujeción	30/09/2010	Cambio de tope deslizante	30	1	150
1304	Sujeción	16/11/2010	Reparación de guías del bastidor	30	1	150
1303	Sujeción	14/12/2010	Cambio de tope deslizante	30	1	150
1401	Sujeción	04/01/2011	Cambio de regletas y tomillos con tuercas	30	1	150
1301	Sujeción	16/01/2011	Cambio de tope deslizante	30	1	150
<b>Sub total</b>	<b>Sujeción</b>			<b>430</b>		<b>2100</b>
1306	Transmisión	08/02/2010	Cambio de correa de transmisión	50	1	150
1303	Transmisión	16/02/2010	Cambio de polea del motor	50	1	150
1302	Transmisión	03/03/2010	Cambio de faja de transmisión	50	1	150
1305	Transmisión	24/03/2010	Cambio de chaveta de la volante	50	4	600
1301	Transmisión	15/04/2010	Reparación de freno de disco	50	2	300
1401	Transmisión	29/04/2010	Reparación de embrague	60	1	150
1304	Transmisión	18/05/2010	Cambio de polea del motor	50	1	150
1306	Transmisión	15/06/2010	Cambio de chaveta de la volante	50	4	600
1302	Transmisión	01/07/2010	Reparación de freno	50	2	300
1402	Transmisión	20/07/2010	Cambio de faja de transmisión	60	1	150
1301	Transmisión	13/08/2010	Cambio de polea del motor	50	1	150
1305	Transmisión	15/09/10	Cambio de faja de transmisión	50	1	150
1301	Transmisión	23/10/2010	Reparación de embrague	60	1	150
1304	Transmisión	27/11/2010	Cambio de faja de transmisión	50	1	150
1401	Transmisión	07/01/2011	Cambio de polea del motor	50	1	150
<b>Sub total</b>	<b>Transmisión</b>			<b>780</b>		<b>3450</b>

## 5.2 Resumen de costos de mantenimiento.

Tabla 5.2 Resumen de costos

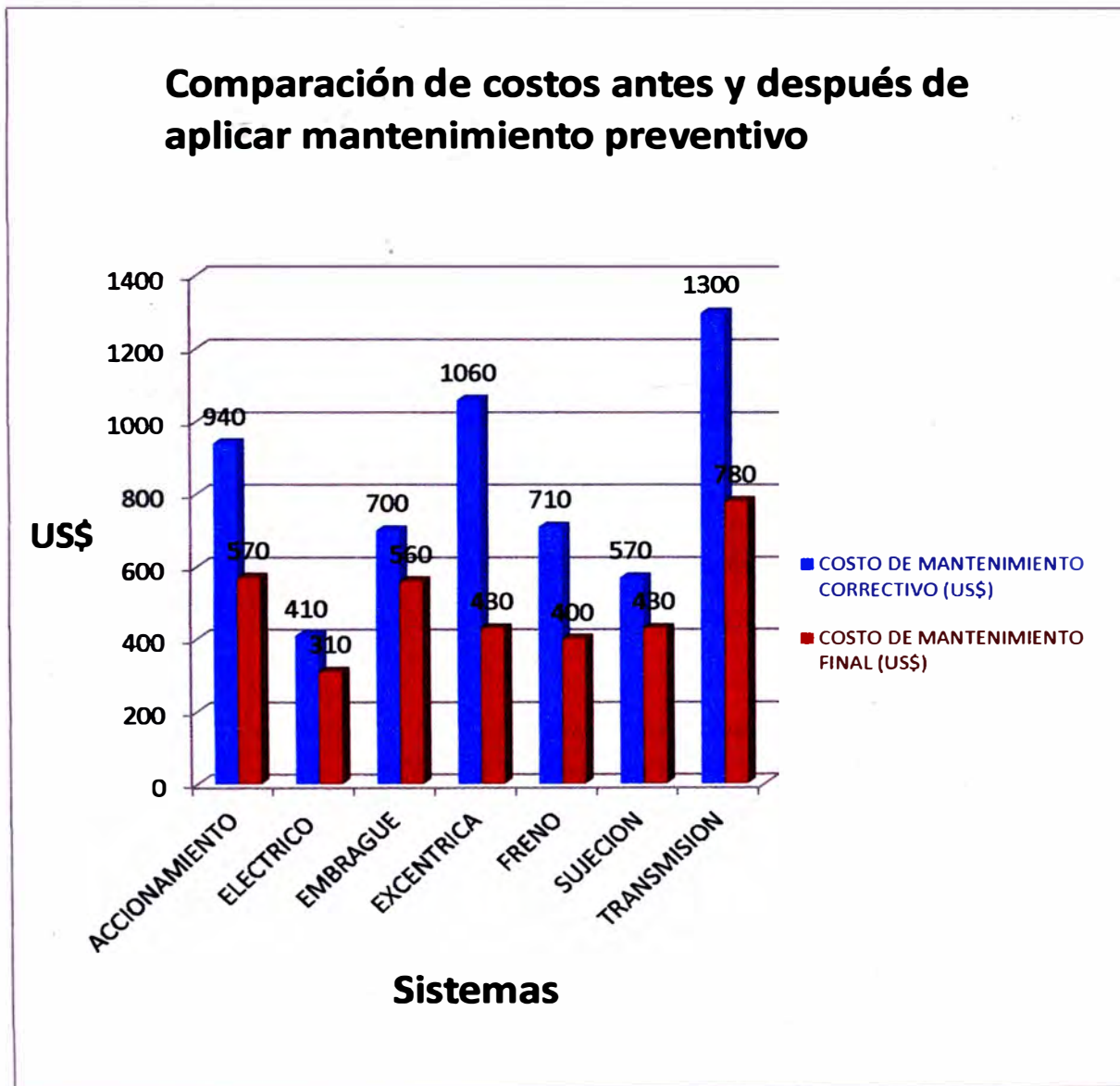
SISTEMA	COSTO DE MANTENIMIENTO (US\$)	COSTO DE NO PRODUCCION (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
ACCIONAMIENTO	570	4500	5070
ELECTRICO	310	2700	3010
EMBRAGUE	560	3500	4060
EXCENTRICA	430	3000	3430
FRENO	400	2100	2500
SUJECION	430	2100	2530
TRANSMISION	780	3450	4230
<b>TOTAL</b>	<b>3480</b>	<b>21350</b>	<b>24830</b>

### 5.2.1 Comparación de costos de mantenimiento de fallas.

Tabla 5.3 Comparación de costos de mantenimiento de fallas por sistemas

SISTEMA	COSTO DE MANTENIMIENTO FINAL (US\$)	COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (US\$)	PORCENTAJE DE REDUCCION DE COSTO %
ACCIONAMIENTO	570	940	39
ELECTRICO	310	410	24
EMBRAGUE	560	700	20
EXCENTRICA	430	1060	59
FRENO	400	710	44
SUJECION	430	570	25
TRANSMISION	780	1300	40
<b>TOTAL</b>	<b>3480</b>	<b>5690</b>	<b>39</b>



**Grafico 5.1 Comparación de costos antes y después de aplicar PMP.**

### 5.2.2 Comparación de costos de no producción.

Tabla 5.4 Comparación de costos por no producción

SISTEMA	COSTO DE NO PRODUCCIÓN DESPUES (US\$)	COSTO DE NO PRODUCCIÓN ANTERIOR (US\$)	PORCENTAJE DE REDUCCION DE COSTO %
ACCIONAMIENTO	4500	5100	12
ELECTRICO	2700	3150	14
EMBRAGUE	3500	4350	20
EXCENTRICA	3000	6600	55
FRENO	2100	3000	30
SUJECION	2100	2850	26
TRANSMISION	3450	7500	54
<b>TOTAL</b>	<b>21350</b>	<b>32550</b>	<b>34</b>

### 5.2.3 Comparación de costos totales de mantenimiento de fallas por sistemas

Tabla 5.5 Comparación de costos totales de mantenimiento de fallas por sistema.

SISTEMA	COSTO TOTAL AL FINAL (US\$)	COSTO TOTAL ANTERIOR (US\$)
ACCIONAMIENTO	5070	6040
ELECTRICO	3010	3560
EMBRAGUE	4060	5050
EXCENTRICA	3430	7660
FRENO	2500	3710
SUJECION	2530	3420
TRANSMISION	4230	8800
<b>TOTAL</b>	<b>24830</b>	<b>38240</b>

Grafico 5.2 Comparación de costos por producción.

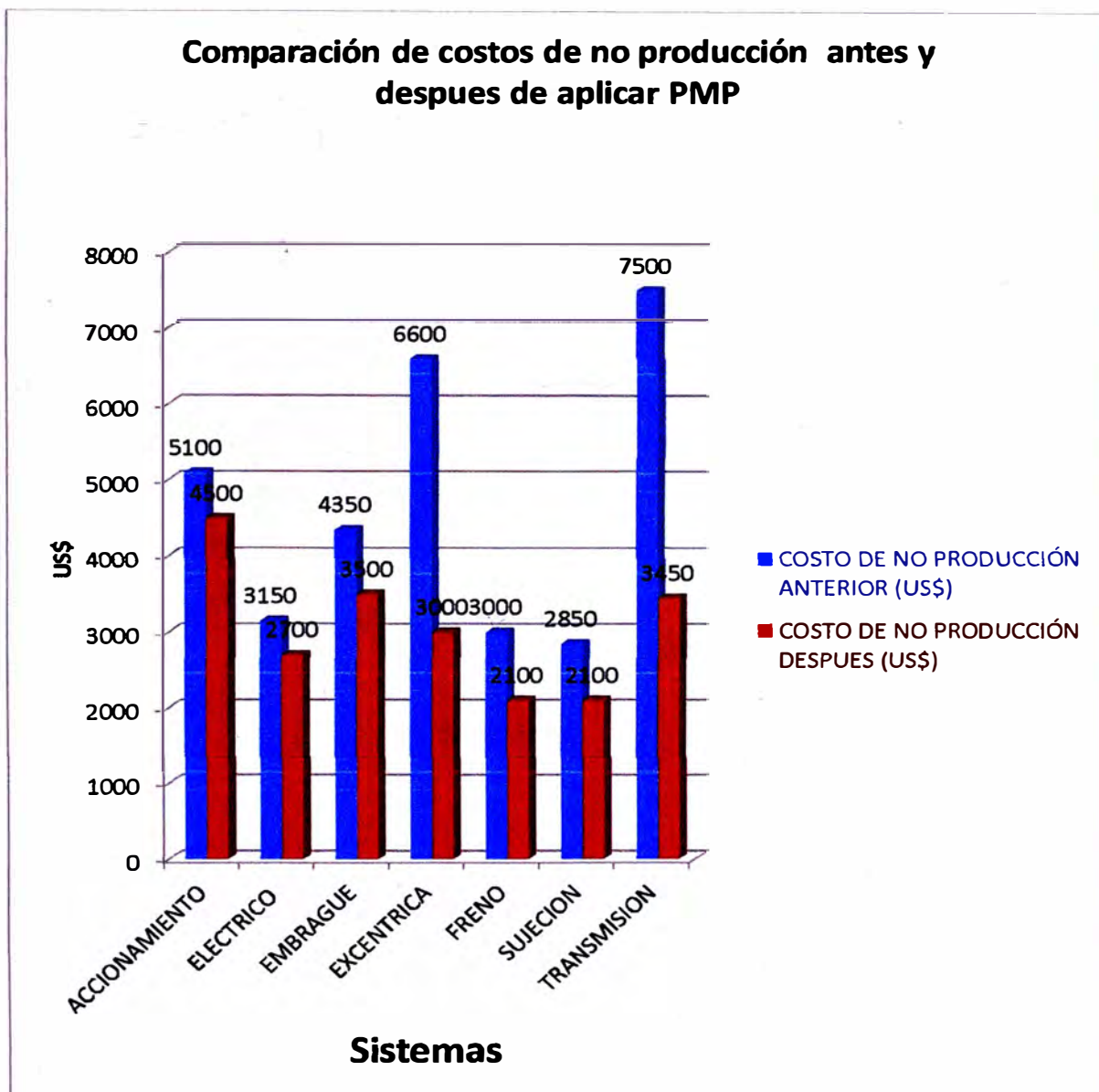


Gráfico 5.3 Comparación de costo total de fallas antes y después de aplicar PMP.

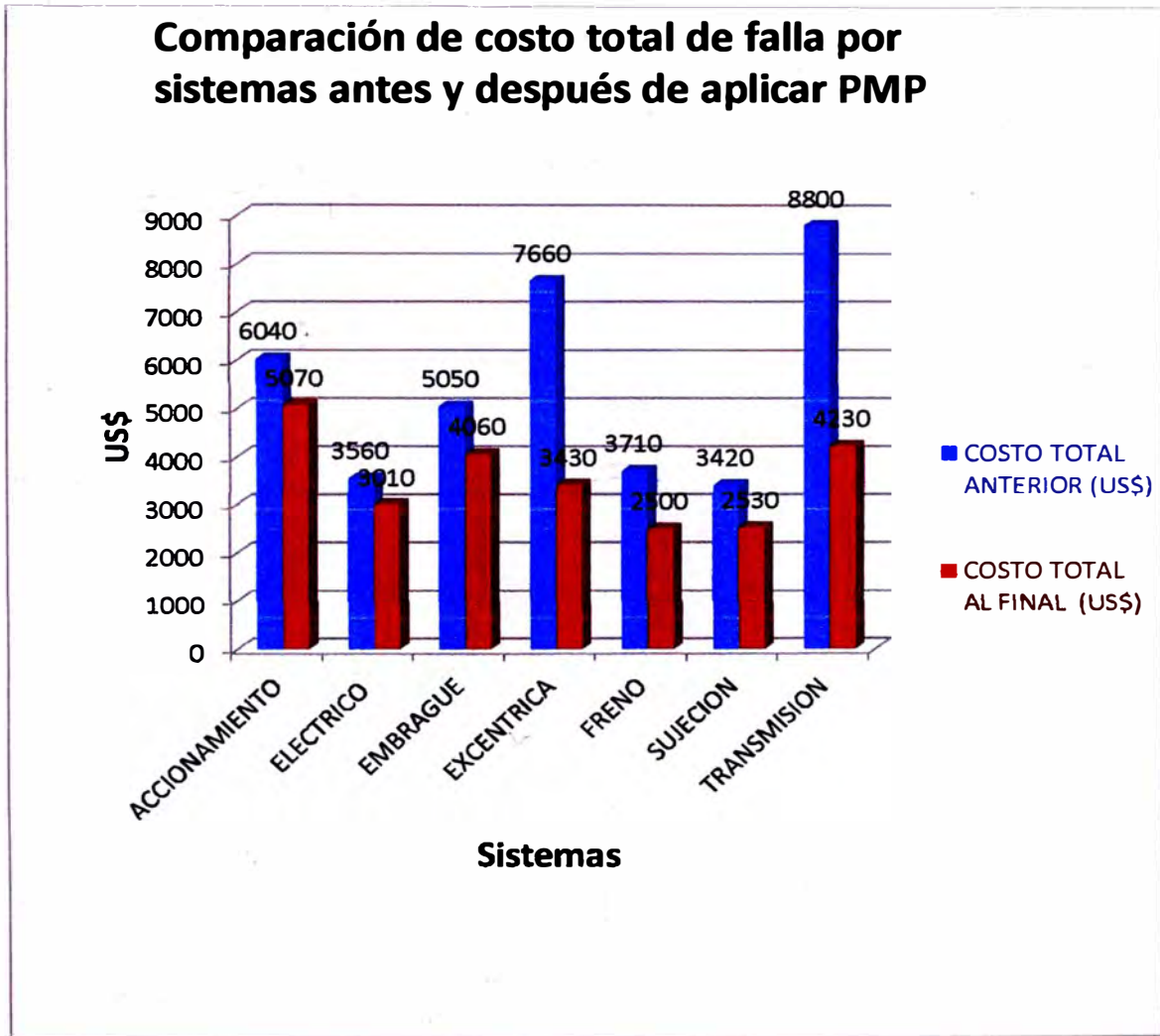
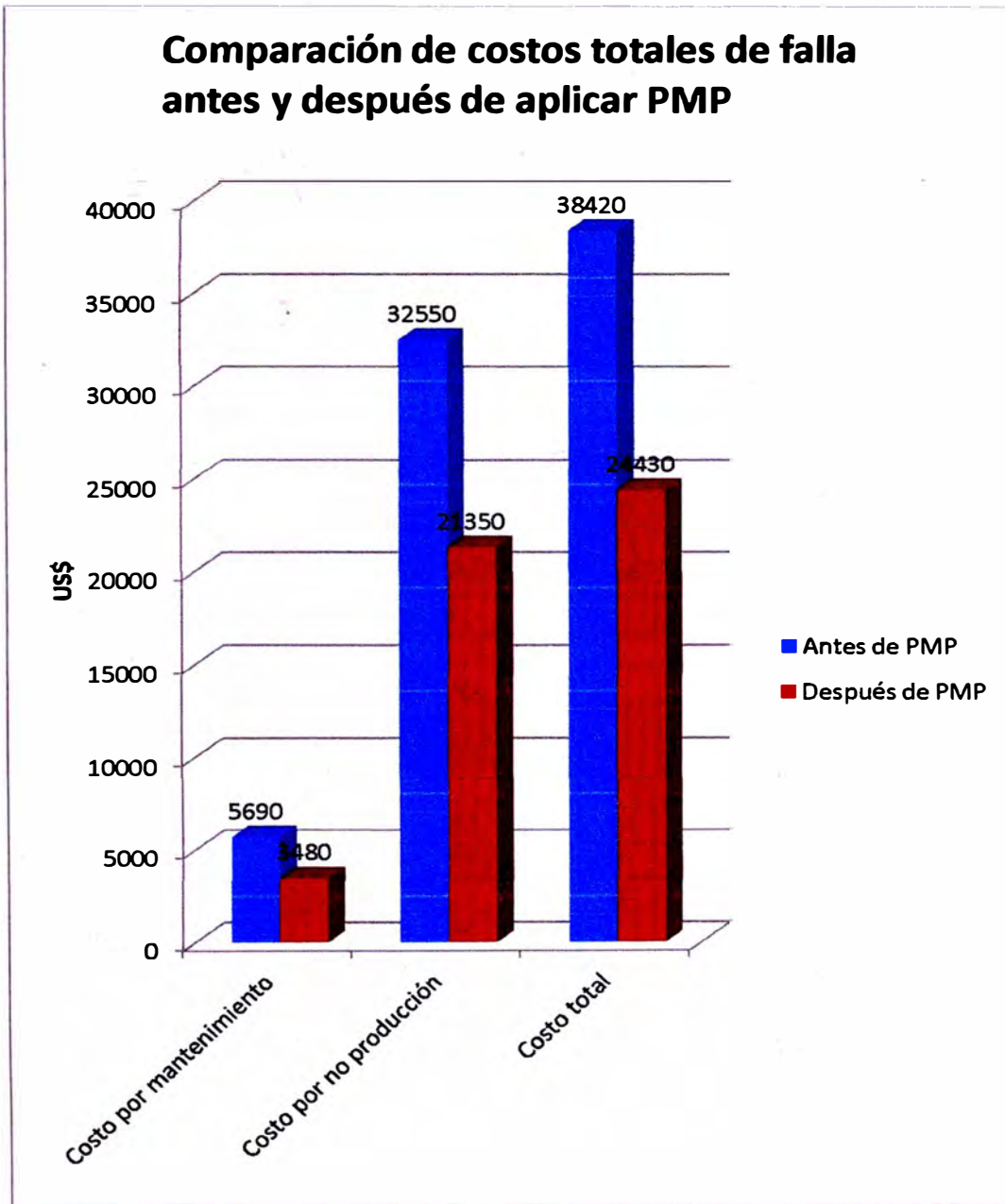


Gráfico 5.4 Comparación de costos totales antes y después de aplicar PMP.



### 5.2.4 Registro de costo mensual por mantenimiento preventivo y correctivo en la línea de prensas excéntricas.

Tabla 5.6 Registro de costo mensual por *mantenimiento preventivo y correctivo*

MESES	feb-10		mar-10		abr-10		may-10		jun-10		jul-10	
TIPO DE MANTENIMIENTO	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.
SISTEMA												
ACCIONAMIENTO	500	60		60		60		60		60		90
ELÉCTRICO	350	50		80		100	350	30		30		30
EMBRAGUE	300	50		80				80	300	20		
EXCÉNTRICA		60	200	40		40		60		40		60
FRENO		80	400	130	400	30				30	400	50
SWECIÓN		60	200	30		40		30		30		30
TRANSMISIÓN		100		100		110	400	50		50		110
<b>SUB TOTAL</b>	<b>1150</b>	<b>460</b>	<b>800</b>	<b>520</b>	<b>400</b>	<b>380</b>	<b>750</b>	<b>310</b>	<b>300</b>	<b>260</b>	<b>400</b>	<b>370</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1610</b>		<b>1320</b>		<b>780</b>		<b>1060</b>		<b>560</b>		<b>770</b>	

MESES	ago-10		set-10		oct-10		nov-10		dic-10		ene-11	
TIPO DE MANTENIMIENTO	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.	M.P.	M.C.
SISTEMA												
ACCIONAMIENTO	500	30		30		30		30	500	30		30
ELECTRICO		20	350	30		30		30		30	350	30
EMBRAGUE		30			300	30	300			30		
EXCÉNTRICA			200	40						60	200	
FRENO		100		40	400			30		30	400	40
SWECIÓN		30		60			200	30		30		60
TRANSMISIÓN		50		50		60	400	50				50
<b>SUB TOTAL</b>	<b>500</b>	<b>260</b>	<b>550</b>	<b>250</b>	<b>700</b>	<b>150</b>	<b>900</b>	<b>170</b>	<b>500</b>	<b>210</b>	<b>950</b>	<b>210</b>
<b>TOTAL</b>	<b>760</b>		<b>800</b>		<b>850</b>		<b>1070</b>		<b>710</b>		<b>1160</b>	

M.P.: Mantenimiento preventivo

M.C.: Mantenimiento correctivo

Tabla 5.7 Costo acumulado de mantenimiento preventivo y costo total durante un año en la prensa excéntrica PR1402 de 45 Ton.

MES	PREVENTIVO ACUMULADO (US\$)	ACUMULADO TOTAL (US\$)
feb-10	1150	1610
mar-10	1950	2930
abr-10	2350	3710
may-10	3100	4770
jun-10	3400	5330
jul-10	3700	6100
ago-10	4200	6860
sep-10	4750	7660
oct-10	5450	8510
nov-10	6350	9580
dic-10	6850	10290
ene-11	7800	11450

Gráfico 5.4

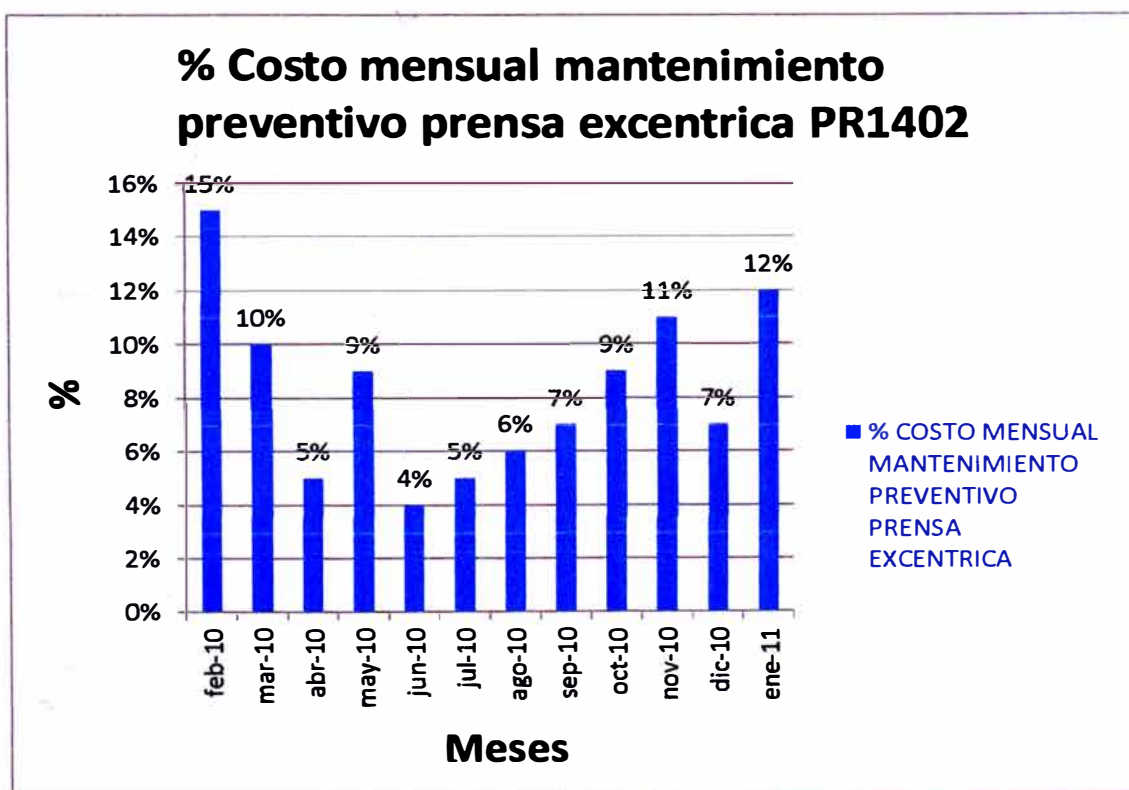


Gráfico 5.5

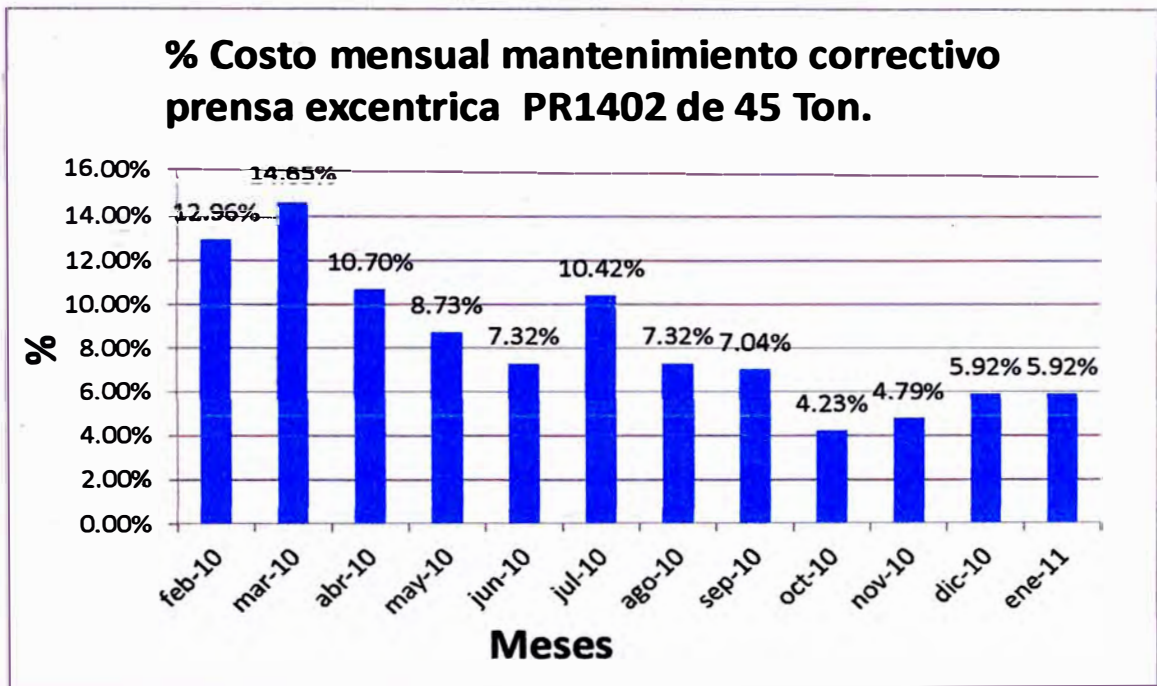
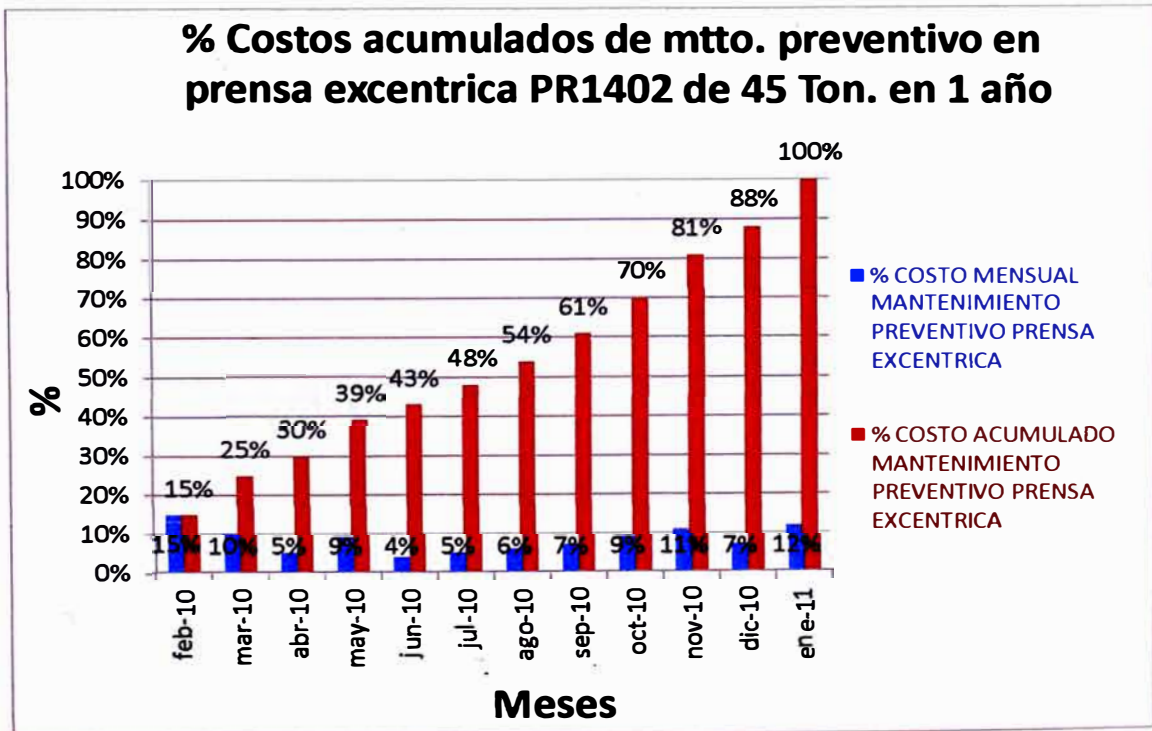


Gráfico 5.6





### 5.3 Resumen de costos

De los gráficos se aprecia que conforme se desarrolla el PMP en el transcurso del año, se presenta una disminución del mantenimiento correctivo.

En el gráfico de mantenimiento preventivo acumulado se visualiza cuanto se está invirtiendo por cada mes durante un año en la línea de prensas excéntricas.

De las tablas y gráficos de comparación realizado antes y después de aplicar el PMP, se sustenta el ahorro por los costos de mantenimiento, así como de los costos de no producción.

En la tabla 5.3 se observa que el *sistema de la excéntrica* en las prensas ha logrado una reducción significativa en 59% en sus costos de mantenimiento.

De la tabla 5.4 al comparar los costos de mantenimiento antes y después de aplicar el PMP se obtiene una reducción apreciable del costo de no producción en un 34%.

## **CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos al aplicar el programa de mantenimiento preventivo a la línea de prensas excéntricas de la planta se llega a las siguientes conclusiones:

1. En el transcurso del desarrollo del mantenimiento preventivo se evidencia que los costos por mantenimiento disminuye.
2. La disponibilidad de la línea de prensas excéntricas aumenta en un 25% aproximadamente, por efecto de aumentar las medidas preventivas.
3. Se comprueba que cuando se produce la falla de uno de los sistemas de la prensa excéntrica, los costos por no producción son apreciables, por esta razón es recomendable tener el equipo en condiciones óptimas de disponibilidad.
4. Es de importancia la comunicación y sinergia entre el operador de la prensa excéntrica, el técnico de mantenimiento y jefes involucrados, para poder solucionar de manera efectiva cualquier imprevisto y evitar las costosas reparaciones.
5. Con la aplicación del mantenimiento preventivo a las líneas más críticas, se logra las mejoras deseadas, esto se refleja de inmediato con la disminución de los costos de mantenimiento.

## **RECOMENDACIONES**

1. El programa de mantenimiento preventivo debe ser revisado continuamente, así mismo, la gerencia debe apoyar en su implementación.
2. Es de suma importancia capacitar al personal que opera las prensas excéntricas, la instalación de matrices debe realizarse con sumo cuidado, previendo las medidas de capacidad y tonelaje requeridos.
3. Se debe tener presente que toda planta es diferente, depende de las condiciones de servicio; en el caso de las prensas excéntricas se recomienda contar con las respectivas guardas de seguridad ya que en estos equipos existe el riesgo de ocurrencia de accidentes.
4. El programa de mantenimiento preventivo debe ser de conocimiento de toda la planta para lograr concientizar a todo el personal de la importancia de este plan.
5. Siempre se presentan fallas en los equipos, pero con la aplicación de un programa planificado se logra disminuir el índice de falla de los sistemas y componentes logrando evitar pérdidas considerables en forma oportuna.
6. Se debe elaborar todo plan de mantenimiento con el personal calificado, con conceptos de ingeniería y la experiencia debida en equipos de la línea en estudio.

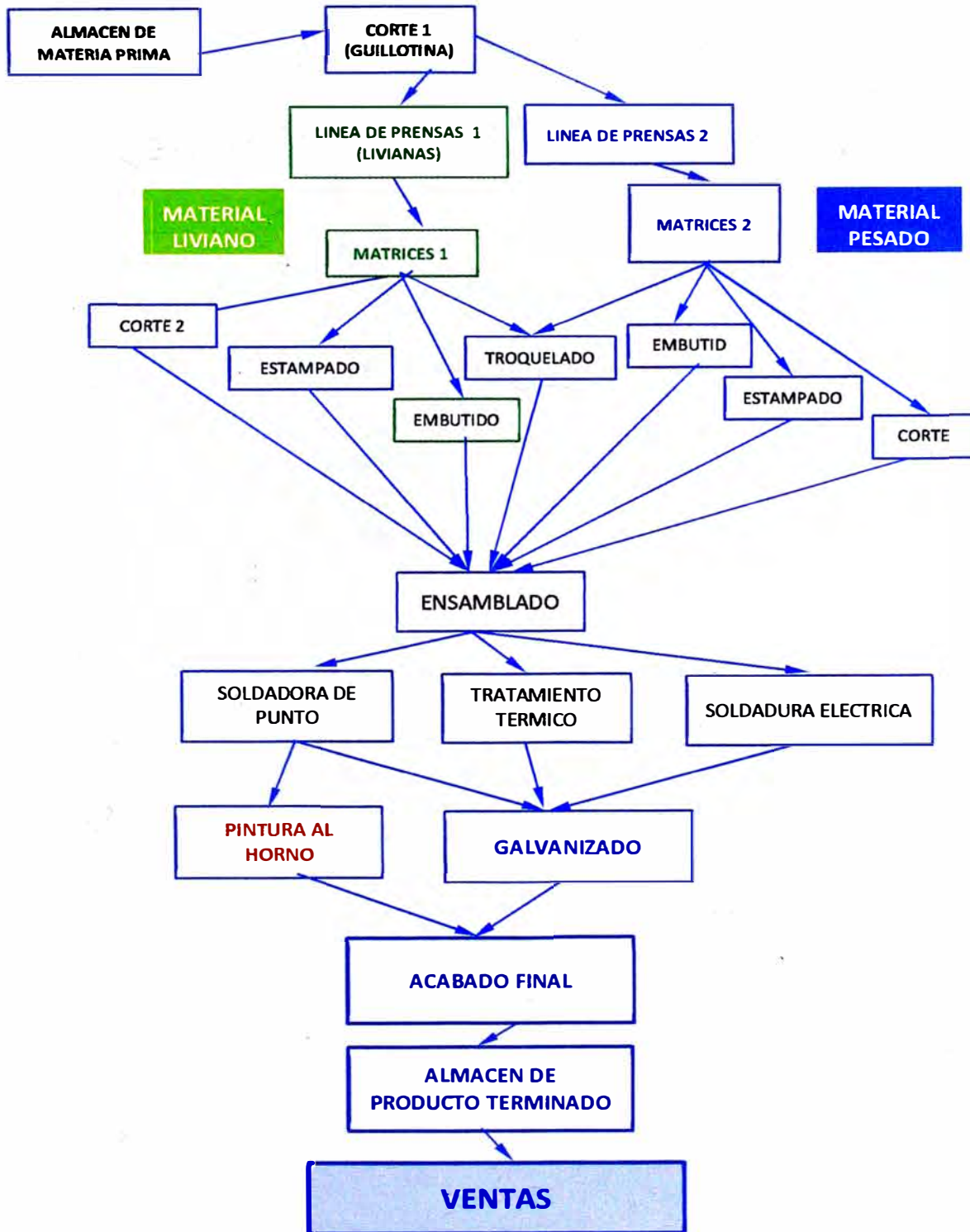
## **BIBLIOGRAFIA**

1. Marks, Lionel Simeón- Baumeister- Theodore *Manual del Ingeniero Mecánico*, Editorial Mcgraw Hill, 9na. edición.
2. Renovetec, *Mantenimiento Preventivo Sistemático*, Editorial del Departamento Técnico Renovetec, España, 2009
3. Facultad de Ingeniería Mecánica, *XVII Curso de Actualización de Conocimientos, Mecánica*, UNI, 2011.
4. Mario Rossi, *Estampado en frío de la Chapa*, Editorial Científico Médica
5. Adolfo Crespo Márquez, *Ingeniería de Mantenimiento: Técnicas y Métodos de aplicación a la fase Operativa de los equipos*, Editorial: [Ediciones Aenor - España.](#)

## **ANEXOS**

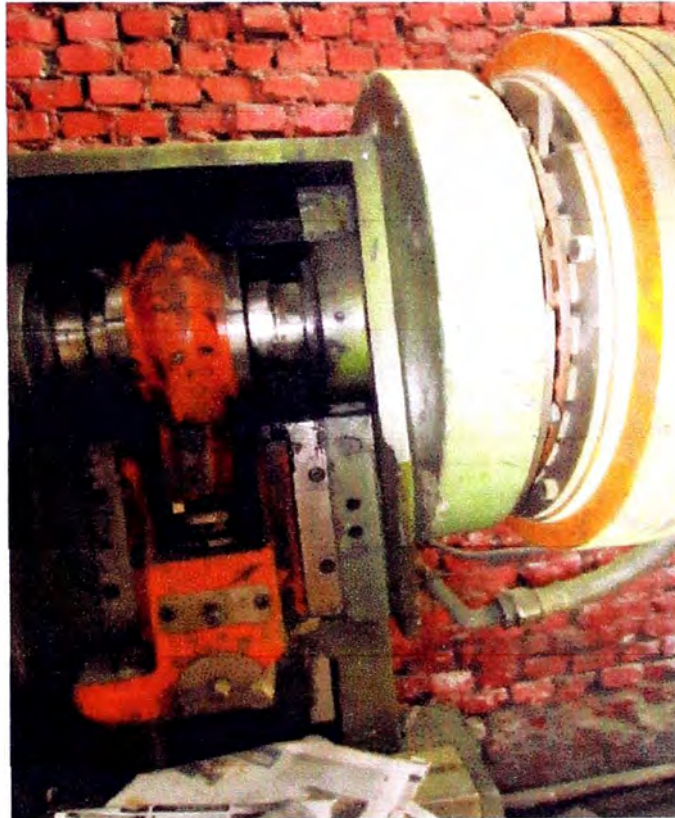
# ANEXO A

## DIAGRAMA DE PROCESOS



## ANEXO B

### ILUSTRACION DE FALLAS COMUNES EN PRENSAS EXCENTRICAS



## ANEXO C

### FORMATO DE INSPECCIÓN DE PRENSAS EXCÉNTRICAS

ITEM	INSPECCIÓN	Conforme	No conforme
1	Correa de transmisión		
2	Pedal de accionamiento		
3	Avería de la estructura		
4	Lubricación de partes		
5	Embrague		
6	Freno		
7	Funcionamiento de excéntrica		
8	Carrera del cabezal		
9	Alineamiento de guías		
10	Ajuste correcto del porta punzón		
11	Montaje correcto de la matriz		
12	Ajuste correcto en las ranuras en T		
13	Cables y bornes		
14	Tablero eléctrico		
15	Articulaciones de accionamiento		

Marca:

Modelo:

Fecha:

**Observaciones:**

**Nombre del Operador:**

**Nombre del Supervisor de Mantenimiento:**

**FORMATO: CH-LP-001**



## ANEXO D

**TABLA DE PRIORIDADES PARA EVALUAR LOS EQUIPOS**

ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
<b>1 EFECTO SOBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIO AMBIENTE</b>				
		Para	4	afecta medio ambiente
		Reduce	2	
		No Para	0	
<b>2 VALOR TECNICO ECONOMICO</b>				
	Considerar el costo de Adquisición, Operación y mantenimiento	Alto	3	Mas de US\$ 50 000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de US\$ 10 000
<b>3 LA FALLA AFECTA</b>				
a. Al equipo en Si		Si	1	¿Deteriora otros componentes?
		No	0	
b. Al servicio		Si	1	¿Origina Problemas a otros equipos?
		No	0	
c. Al operador		Riesgo	1	¿Posibilidad de accidentes al operador?
		Sin Riesgo	0	
d. A la Seguridad en General		Si	1	¿Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos cercanos?
		No	0	
<b>4 PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)</b>				
		Alta	2	¿Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?
		Baja	0	
<b>5 FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA</b>				
		Unico	2	No existe otro igual o similar
		By Pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		Stand By	0	Existe otro igual o similar no instalado
<b>6 DEPENDENCIA LOGISTICA</b>				
		Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Loc. / Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente
		Local	0	repuestos se consiguen localmente
<b>7 DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA</b>				
		Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
<b>8 FACILIDAD DE REPARACION (MANTENIBILIDAD)</b>				
		Baja	1	Mantenimiento Dificil
		Alta	0	Mantenimiento Facil
<b>ESCALA DE REFERENCIA</b>				
A	<b>CRITICA</b>	16 a 20		
B	<b>IMPORTANTE</b>	11 a 15		
C	<b>REGULAR</b>	06 a 10		
D	<b>OPCIONAL</b>	00 a 05		