



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



TÍTULO DEL INFORME

MEJORA EN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA
PLANTA ZAPATA HERMANOS SUCESORES

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“EXPERIENCIA PROFESIONAL”

NOMBRE DEL ALUMNO: ARTURO AVELLA NAVA

NÚMERO DE CUENTA: 303109376

CARRERA: INGENIERÍA MECATRÓNICA

ASESOR: DR. LÁZARO MORALES ACOSTA

AÑO: 2015

Agradecimientos

A mi familia

Un agradecimiento especial a mi familia, porque han sido la base de mi formación, cada uno de ustedes ha aportado grandes cosas a mi vida, y me han ayudado a enfrentar la gran tarea de encarar a la sociedad. Les agradezco por todo, en especial por ser los principales benefactores del desarrollo de mi trabajo profesional. A mis padres Jorge Avella e Isabel Nava, por su apoyo constante e incondicional. A mis hermanos Alejandro Avella y Sandra Avella por su apoyo en momentos difíciles, pues sin ellos esta etapa de mi vida no hubiera sido posible.

A mi novia quien ha sido parte de la culminación de mi vida profesional y por su presión constante y apoyo incondicional.

A mi asesor de tesis por habernos conocido de casualidad y haber decidido apoyarme en la recta final de mi carrera universitaria.

Arturo Avella Nava

ÍNDICE	Página
Capítulo 1. Descripción de la empresa	1
1.1 Origen de la compañía	1
1.2 Giro de la empresa	1
1.3 Misión y Visión	2
1.4 Lugar de la empresa en la cadena de valor	4
1.5 Organigrama	5
Capítulo 2. Descripción del puesto de trabajo (Supervisor de mantenimiento)	6
2.1 Objetivo	6
2.2 Alcance del puesto de trabajo	7
2.3 Autoridad	8
Capítulo 3. Participación en la empresa	8
3.1 Perspectiva de la empresa	8
3.2 Propuesta de trabajo	9
3.3 Gestión de herramental	9
3.4 Gestión de mantenimiento	13
3.4.1 Análisis de modos de falla, efectos y criticidad	16
3.4.2 Mantenimiento predictivo	26
3.4.3 Planeación	28
3.4.4 Refacciones	30
3.4.5 Ejecución	32
3.5 Tareas de mantenimiento	36
Capítulo 4. Conclusiones	37

Glosario	43
Referencias	44

CAPÍTULO 1: Descripción de la empresa

1.1 Origen de la compañía

Grupo Zapata se inició en 1926 como una pequeña fábrica ubicada en la calle de Guatemala No. 26, lo que hoy es el centro histórico de la Ciudad de México, dedicándose a la producción de jabones para tocador, lavar ropa y grasa para zapatos.

Entre los años 1931 y 1932 se eliminaron algunos productos y únicamente se siguieron fabricando tintas para máquina de escribir, aceite lubricante, goma para pegar, grasa y crema para calzado.

Al realizar esta depuración, la grasa y la crema para calzado quedaron como principal producto. La litografía y troquelado de tapas y cajas se compraban a otras empresas. Sin embargo, el deseo de crecer y no depender de terceros lleva a Don Cayo Zapata M., fundador de lo que en un futuro sería Grupo Zapata, a comprar lo necesario para la fabricación y envasado de estos productos.

Para el año 1934 ya contaba con un equipo de troqueladoras, un taller mecánico y línea de litografía, por lo que la fábrica se encontró en condiciones de producir envases litografiados en diferentes tamaños para otros clientes. En este momento podemos mencionar que fue el ingreso a la industria del envase.

1.2 Giro de la Empresa

Actualmente esta empresa pertenece a la industria del envase metálico, compuesta por nueve plantas productivas y un corporativo, conformando así a Grupo Zapata. La planta de la villa (Zapata Hermanos Sucesores) pertenece a la industria metalmeccánica aportando con la producción de envases de hoja de lata y aluminio, cuyos clientes pertenecen principalmente a la industria alimenticia y cosmética.

Actualmente Grupo Zapata proporciona soluciones de envase y cierres con una diversidad de más de 7000 productos.

Los principales productos que se fabrican actualmente son los siguientes:

- ◆ Tapas en diferentes tamaños y diseños (Gira - Tapa y Tapa - Rosca).

- ◆ Tapas cremeras (para cierres de envases de aceites, crema, comestibles, leche, etc.).
- ◆ Cajas para envases de grasa de calzado, cremas humectantes para piel, ungüentos, etc.
- ◆ Publicitarios (anuncios, banderolas, charolas, placas, etcétera).
- ◆ Casquillos inviolables y cápsulas para cierres de envases para productos farmacéuticos.
- ◆ Bote aerosol.
- ◆ Gira - tapas para cierre de envases de conservas, jugos y mermeladas.
- ◆ Filtros y cedazos automotrices.
- ◆ Productos de corcho.
- ◆ Bote alcoholero.
- ◆ Bote galletero y decorativo.
- ◆ Maquila de litografía.

La empresa cuenta con un corporativo ubicado en la colonia Santa Fé en la Delegación Cuajimalpa y nueve plantas distribuidas en distintas partes de la República Mexicana.

1.3 Misión y Visión

Misión

- Aportar soluciones de envases y empaque que contribuyan al crecimiento y desarrollo de nuestros clientes.

Visión

- Ser líder en producción y venta de empaques y envases en México y en el extranjero.
- Usar la mejor tecnología que nos permita producir con el mejor costo y calidad

- Lograr que todo el personal desarrolle una actitud de servicio y orientación al mercado.
- Contar con personal competente de gran calidad e integridad humana.
- Desarrollar y cultivar relaciones con los clientes para que seamos como "DE CASA".
- Mejorar la calidad de vida del personal, sus familias y preservar el medio ambiente.

Valores

- Solucionador de problemas
- Honestidad
- Responsabilidad
- Trabajo en equipo
- Actitud de servicio
- Pasión

Contamos con más de 500 clientes, algunos de ellos se enlistan en la siguiente tabla:

Giro	Empresa
Química	Comex, Grupo Sayer
Farmacéutica	Bayern, Pfizer
Alimenticia	Coca Cola, Bacardi, La Costeña
Cosmética	Nivea, Unilever, P&G

Tabla 1.

1.4 Lugar de la empresa en la cadena de valor

La industria alimentaria es el conjunto de etapas por las que pasa un alimento, desde la producción de materia prima hasta su llegada, como producto final, al consumidor.

Se considera industria alimentaria a toda empresa que lleva a cabo, varias o todas las etapas del procesado de los alimentos, desde que termina su fase de producción primaria hasta que llega al punto de venta o distribución. En la unión europea, toda industria alimentaria aplica un meticuloso sistema de control de inocuidad en todos sus procesos, el llamado análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP, por sus siglas en inglés).

El envasado juega un papel vital en la preservación de la seguridad y la calidad de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria, garantizando:

- Aumento de vida útil.
- Que los alimentos no han sido adulterados
- La presencia de información relacionada con inocuidad, preparación y valor nutricional.
- La presencia de información relacionada con la fecha y ubicación del fabricante.

Grupo Zapata forma parte de dicha cadena de valor, ya que proporciona gran diversidad de envases metálicos para alimentos, como se muestra en el diagrama 1.

Industria Alimentaria

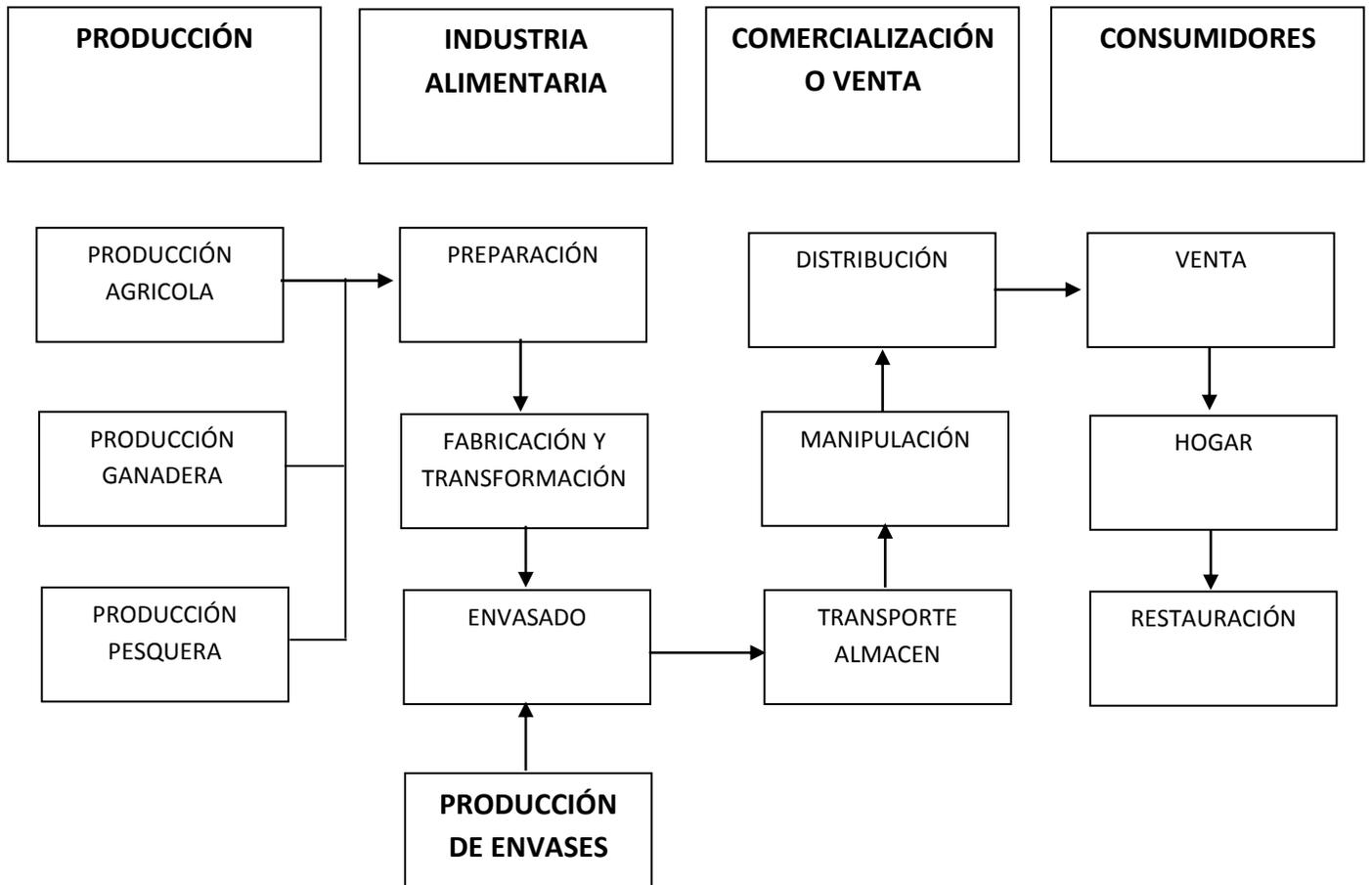


Diagrama 1

1.5 Organigrama

El personal de la planta Zapata Hermanos de Grupo Zapata se gestiona de la siguiente manera:

Organigrama

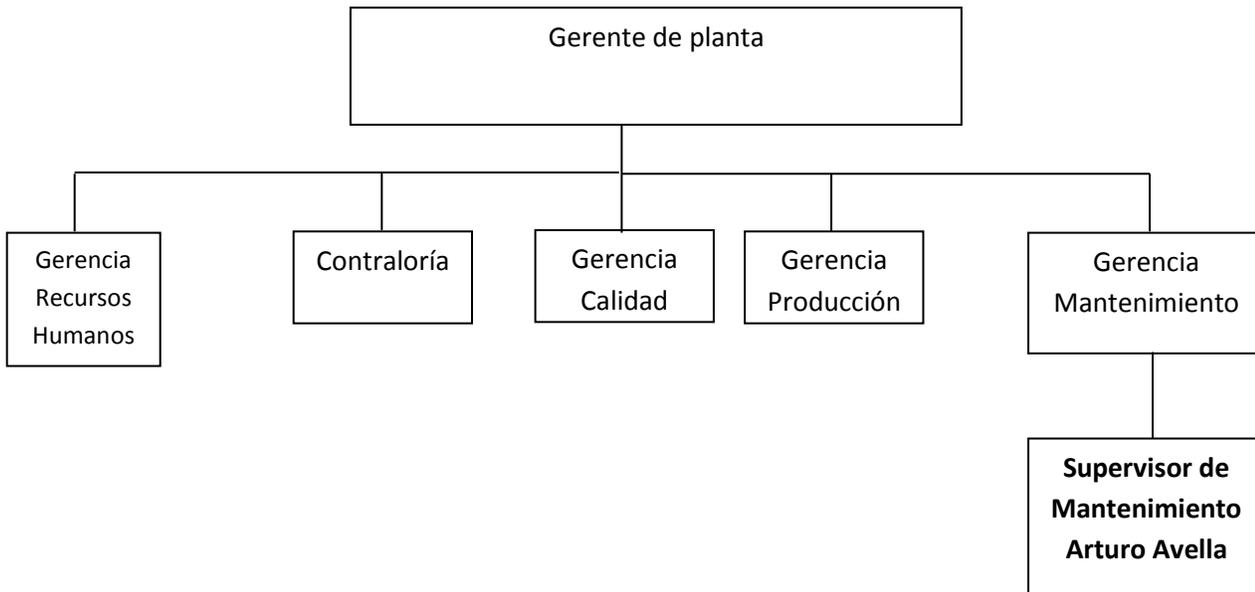


Diagrama 2

El cargo que actualmente vengo desempeñando es el puesto de supervisor de mantenimiento.

CAPÍTULO 2: Descripción del puesto de trabajo

2.1 OBJETIVO

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los activos de la empresa, logrando que estos se encuentren en las mejores condiciones de funcionamiento, confiabilidad¹ y calidad, al menor costo posible. De este modo se incrementa la disponibilidad de los equipos y con ello la productividad.

Entiéndase por confiabilidad de maquinaria a la probabilidad de que un sistema o componente pueda funcionar correctamente fuera de falla por un tiempo específico. Es decir, la probabilidad de que un sistema o producto funcione correctamente.

En mantenimiento no sólo se deben conservar las máquinas en óptimo estado, sino también las instalaciones de: iluminación, sistemas de energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, etc. Por lo tanto, los parámetros básicos para medir la efectividad del mantenimiento son: la disponibilidad, la confiabilidad y el costo total.

2.2 ALCANCE DEL PUESTO DE TRABAJO.

Entre las funciones desempeñadas por el supervisor de mantenimiento de Grupo Zapata se destacan las siguientes.

- Dirigir y controlar al grupo de técnicos mecánicos, eléctricos y operadores.
- Realizar pedidos de repuestos, herramientas y suministros a través del departamento de compras.
- Hacer el análisis de datos por mantenimientos y consumos del proceso (consumos de almacén, tiempos de paro de maquinaria, etc.).
- Gestionar la consecución de proveedores y servicios de empresas externas para la reparación de algunos equipos especiales.
- Modificar y reinstalar maquinaria de acuerdo a los requerimientos de la planta de producción.
- Coordinar y dirigir las obras y reparaciones.
- Realizar inspecciones periódicas a las instalaciones para programar su reparación.
- Verificar y responder por el buen funcionamiento de los sistemas eléctricos, hidráulicos, a vapor, aire y gas.
- Desarrollar los planes y programas de mantenimiento preventivo.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.

2.3 AUTORIDAD.

Capacidad para decidir procedimientos, sugiere lineamientos sobre el proceso, con injerencia sobre el personal a cargo. También cuenta con la facultad de autorizar materiales y repuestos. De manera ascendente se relaciona con la gerencia de mantenimiento y/o alta gerencia.

CAPÍTULO 3: Participación en la empresa.

3.1 PERSPECTIVA DE LA EMPRESA.

La planta de Zapata Hermanos está pasando por una situación difícil debido a procesos ineficientes tanto productivos como administrativos. Cuenta con maquinaria de alta tecnología sin embargo, el 75% de la maquinaria en la fábrica es de hace más de 30 años.

Esta ineficiencia se refleja en el flujo de efectivo el cual ha disminuido en los últimos años y por lo tanto la deuda de Zapata Hermanos se ha incrementado.

Todo esto ocasiona que la única finalidad de la empresa sea vender producto, y por lo tanto la mayor parte de los recursos, tiempos y operaciones están destinados para la fabricación de este mismo, entonces, al incrementarse las ventas, las utilidades también lo harán.

Este proceso tiene consecuencias para los demás departamentos administrativos ya que tanto los recursos humanos, monetarios, materiales e insumos están limitados para todas las demás áreas que no participan directamente en la fabricación del producto, es decir se descuidan las áreas de servicio.

El impacto que tiene esta situación en mantenimiento es preocupante debido a que la producción en masa es tan ambiciosa que no se permiten paros de maquinaria hasta que esta se encuentre en una situación crítica. Por lo tanto al intervenir una maquina en esta situación, el mantenimiento se vuelve una reparación. Esto nos remonta al mantenimiento a inicios de la revolución industrial, en la cual el mantenimiento se daba únicamente cuando ocurría la falla.

Actualmente en Zapata Hermanos, la proporción de mantenimiento preventivo vs mantenimiento correctivo es del 10% vs 90%.

A pesar de ello, el departamento de producción también tiene sus fallas, debido a que no se gestiona la herramienta necesaria para la fabricación del producto.

3.2 PROPUESTA DE TRABAJO

Debido las condiciones en las que se encuentra la planta de Zapata Hermanos, es necesario elaborar un sistema de gestión de mantenimiento eficiente, además dado el giro de la empresa, es indispensable que cumpla con el sistema de gestión de inocuidad bajo el esquema FSSC (por sus siglas en inglés, Food Safety System Certification) 22000, el cual consta de un programa de prerrequisitos (PAS 223), la norma ISO 22000 y algunos requerimientos adicionales.

3.3 GESTION DE HERRAMENTAL

La fabricación del producto depende en gran medida de la materia prima, la cual consta de varios ingredientes. Sin embargo, para agregar valor a la cadena productiva, dichos ingredientes deben ser procesados.

La herramienta es la encargada de modificar las propiedades de la materia prima, transformándola de tal modo que genera un valor agregado mediante una serie de procesos y operaciones. Cuando llega al final de esta cadena se dice que el producto está terminado y se asigna un área en almacenes para formar parte del inventario.

Dado que cada producto necesita de una herramienta en específico, es necesario contar con al menos una herramienta para cada producto y tener refacciones almacenadas, ya que estas poseen una vida útil debido a que están sometidas a continuo desgaste, y cuando terminan su ciclo de vida es necesario reemplazar ciertos componentes y en los casos más críticos reemplazar toda la herramienta.

Para mejorar la productividad y evitar paros en maquinaria por falta de refacciones, es necesario gestionar la herramienta, tanto las nuevas (productos en desarrollo) como las más antiguas (reutilización de herramientas).

Grupo Zapata cuenta con una empresa filial llamada TESA (Talleres Exacta), la cual se especializa en maquinados de herramientas y partes de

maquinaria. La recepción de material de dicha empresa se debe gestionar para controlar el tiempo de entrega y mejorar la disponibilidad de los equipos.

La herramienta nueva llega al almacén de refacciones de Zapata Hermanos. Una vez que se programa producción para dicha herramienta, esta sale del almacén y procede a montarse en la máquina respectiva para producir un volumen determinado por el área de planeación.

Una vez que la producción concluye, se realiza una inspección del estado actual de la herramienta y si esta cumple ciertas especificaciones determinada por una lista de verificación, la herramienta se almacena en el almacén de herramientas. Si la herramienta no cumple con las especificaciones, se procede a reparar.

El siguiente diagrama de flujo muestra la gestión del herramental, cuyo alcance abarca desde que se recibe del proveedor, hasta que se utiliza para producción y se almacena para su futura reutilización.



ZAPATA HERMANOS SUCESORES S.A. DE C.V.
CONTROL DE HERRAMENTALES - MATRIZ Y PUNZÓN
PROCESO - MANUFACTURA

Rev. 02
 Fecha:
 03-jul-12

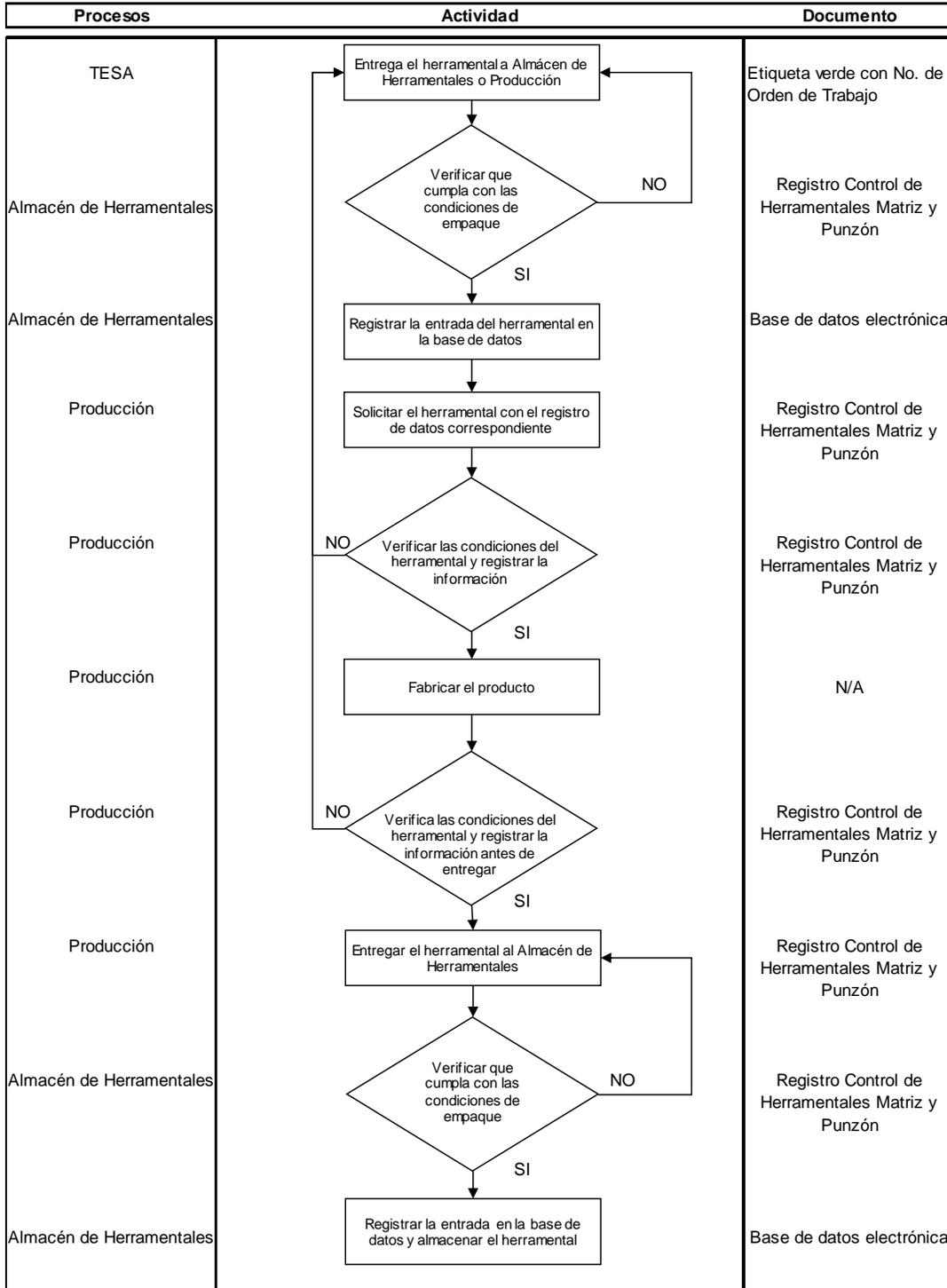


Diagrama 3

También se muestra la hoja de verificación de troqueles para el departamento de Alfons Haar.

ZAPATA HERMANOS SUCESORES S.A. DE C.V. CONTROL DE HERRAMENTALES - MATRIZ Y PUNZÓN PROCESO - ALFONS HAAR		Rev. 01 Fecha: 12-jul-12																																																																																																										
ESPECIFICACIONES DE HERRAMENTAL Fecha de solicitud: _____ Fecha devolución: _____ Descripción: _____ Código: _____ Proceso: _____ Tipo de Troquel: Automático: <input type="checkbox"/> Manual: <input type="checkbox"/> Tipo de Herramental: Nuevo: <input checked="" type="checkbox"/> Medio uso: <input type="checkbox"/> Desgaste mayor: <input type="checkbox"/> Obsoleto: <input type="checkbox"/> Vida útil aproximada. (golpes): _____		No. de orden de trabajo: _____																																																																																																										
ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN No. de orden de fabricación: _____ No. de golpes realizados: _____ Verificar las condiciones de los siguientes componentes:																																																																																																												
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 25%; text-align: center;">Solicitud</th> <th style="width: 25%; text-align: center;">Devolución</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Condiciones del empaque:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3"> Nota: Revisar por almacén { Lubricado En bolsa o emplayado Identificación c/etiq. verde </td> <td>OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Porta-herramientas</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Capuchón</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Espiga - Botador - Lubricación</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>Punzón - Matriz y Pernos Guía</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Filo - libre de ralladuras y/o golpes</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Radio</td> <td> 0.020" <input type="checkbox"/> 0.030" <input type="checkbox"/> 0.040" <input type="checkbox"/> 0.050" <input type="checkbox"/> 0.060" <input type="checkbox"/> 0.080" <input type="checkbox"/> </td> <td> OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>Superficie perfectamente pulida:</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Juego entre punzón y matriz (diámetro):</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>Cápsula de porta arandela</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posición y condiciones de las arandelas: (solo para producto con rizo)</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Anillo planchador para rizo (producto con rizo)</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Anillo planchador recto</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Centro formador - pernos</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Expulsor de hoja - Filtro aceitado</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> <td> Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>Punzón, Matriz y componentes libres de polvo de Aluminio y rebabas en el interior y exterior del htl.</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Calza y/o juego de calzas identificadas y completas:</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Resortes:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> Dimensión</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> Cantidad - completos</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> Condiciones - compresión y expansión</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Tornillos:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> Dimensión</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> Cantidad - completos</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> Condiciones - roto, barrido, roscado</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Apriete de todas las partes antes de montar</td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> <td>OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Diagnóstico del herramental: Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/> </td> <td style="text-align: right;"> Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> Si el diagnóstico fue RECHAZADO el herramental requiere de ajuste o reparación en taller. No. de orden de trabajo: _____ Fecha de solicitud: _____ Fecha tentativa de entrega: _____ Observaciones: _____ </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Solicitante - nombre y firma _____ </td> <td style="text-align: right;"> Recibe - nombre y firma _____ </td> </tr> </tbody> </table>		Solicitud	Devolución	Condiciones del empaque:			Nota: Revisar por almacén { Lubricado En bolsa o emplayado Identificación c/etiq. verde	OK <input type="checkbox"/>	Porta-herramientas	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Capuchón	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Espiga - Botador - Lubricación	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Punzón - Matriz y Pernos Guía			Filo - libre de ralladuras y/o golpes	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Radio	0.020" <input type="checkbox"/> 0.030" <input type="checkbox"/> 0.040" <input type="checkbox"/> 0.050" <input type="checkbox"/> 0.060" <input type="checkbox"/> 0.080" <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Superficie perfectamente pulida:	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Juego entre punzón y matriz (diámetro):	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Cápsula de porta arandela			Posición y condiciones de las arandelas: (solo para producto con rizo)	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Anillo planchador para rizo (producto con rizo)	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Anillo planchador recto	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Centro formador - pernos	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Expulsor de hoja - Filtro aceitado	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Punzón, Matriz y componentes libres de polvo de Aluminio y rebabas en el interior y exterior del htl.	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Calza y/o juego de calzas identificadas y completas:	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Resortes:			Dimensión	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Cantidad - completos	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Condiciones - compresión y expansión	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Tornillos:			Dimensión	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Cantidad - completos	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Condiciones - roto, barrido, roscado	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Apriete de todas las partes antes de montar	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	Diagnóstico del herramental: Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>		Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>	Si el diagnóstico fue RECHAZADO el herramental requiere de ajuste o reparación en taller. No. de orden de trabajo: _____ Fecha de solicitud: _____ Fecha tentativa de entrega: _____ Observaciones: _____			Solicitante - nombre y firma _____		Recibe - nombre y firma _____					
	Solicitud	Devolución																																																																																																										
Condiciones del empaque:																																																																																																												
Nota: Revisar por almacén { Lubricado En bolsa o emplayado Identificación c/etiq. verde	OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
	OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
	OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Porta-herramientas	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Capuchón	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Espiga - Botador - Lubricación	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Punzón - Matriz y Pernos Guía																																																																																																												
Filo - libre de ralladuras y/o golpes	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Radio	0.020" <input type="checkbox"/> 0.030" <input type="checkbox"/> 0.040" <input type="checkbox"/> 0.050" <input type="checkbox"/> 0.060" <input type="checkbox"/> 0.080" <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Superficie perfectamente pulida:	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Juego entre punzón y matriz (diámetro):	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Cápsula de porta arandela																																																																																																												
Posición y condiciones de las arandelas: (solo para producto con rizo)	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Anillo planchador para rizo (producto con rizo)	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Anillo planchador recto	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Centro formador - pernos	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Expulsor de hoja - Filtro aceitado	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>	Correcta: <input type="checkbox"/> Insuficiente: <input type="checkbox"/> Excesiva: <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Punzón, Matriz y componentes libres de polvo de Aluminio y rebabas en el interior y exterior del htl.	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Calza y/o juego de calzas identificadas y completas:	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Resortes:																																																																																																												
Dimensión	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Cantidad - completos	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Condiciones - compresión y expansión	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Tornillos:																																																																																																												
Dimensión	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Cantidad - completos	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Condiciones - roto, barrido, roscado	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Apriete de todas las partes antes de montar	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> NO OK <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Diagnóstico del herramental: Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>		Aceptado <input type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>																																																																																																										
Si el diagnóstico fue RECHAZADO el herramental requiere de ajuste o reparación en taller. No. de orden de trabajo: _____ Fecha de solicitud: _____ Fecha tentativa de entrega: _____ Observaciones: _____																																																																																																												
Solicitante - nombre y firma _____		Recibe - nombre y firma _____																																																																																																										

3.4 GESTION DE MANTENIMIENTO

Situación Actual de mantenimiento en Zapata Hermanos.

Actualmente, mantenimiento es una de las áreas mas desorganizadas de la planta, debido a la mala gestión de este mismo y a que la gerencia aún no ha aceptado una propuesta lo suficientemente convincente.

Como se menciona anteriormente, al mantenimiento correctivo predomina en un 90% sobre el mantenimiento preventivo, esto hace que los costos de mantenimiento sean elevados debido a que el mantenimiento correctivo es inesperado.

Para resolver esta situación es necesario planear los servicios de mantenimiento, esto podría darnos la oportunidad de reducir costos, paros de producción, hora hombre, etc.

La dificultad radica en la antigüedad de las maquinas y al número total de estas mismas, ya que dentro de zapata hermanos sucesores existen cientos de máquinas en operación, distribuidas en más de siete departamentos de producción, y además, estas son diversas en cuanto al proceso que llevan a cabo.

La programación del mantenimiento de estas máquinas se elabora anualmente mediante un calendario semanal, en el cual indica la semana en la que el equipo en operación debe detenerse para efectuar el mantenimiento. El criterio para planear las fechas de paro no es coherente ya que las fechas únicamente se eligieron con la finalidad de no traslaparse con otras máquinas debido a la gran cantidad de estas mismas. Contando el número total de máquinas, divididas entre las semanas totales del año, nos da un promedio de ocho servicios de mantenimiento por semana. Esto es una meta imposible de conseguir con los recursos y mano de obra actuales de la empresa.

Además de lo mencionado anteriormente, el hecho de tener un plan de mantenimiento por área, dificulta de gestión de este mismo, debido a que maquinaria de la misma familia se encuentra distribuida en varios departamentos, como es el caso de las prensas automáticas Karges Hammer, pues estas se localizan en tres departamentos diferentes.

Muchas de las máquinas no están en operación, es por ello que no es necesario cumplir las frecuencias de mantenimiento en la fecha programada debido a la falta de uso del equipo, por lo tanto se podrían dejar fuera del programa anual, sin embargo al entrar en operación estas máquinas deben ser habilitadas e incluirse en el programa de mantenimiento.

Para ello se propone basar el sistema de gestión de mantenimiento, no en frecuencias de servicios, sino de inspecciones. Así las máquinas que se encuentren trabajando en óptimo estado pueden quedar exentas de mantenimiento mientras que las que presenten defectos de operación deben de ser programadas para un servicio preventivo, y aquellas que presentan fallas deben ser sometidas a un mantenimiento correctivo o mayor.

Para esto es necesario realizar inspecciones a los equipos, en las cuales se deben examinar cada uno de los sistemas (eléctricos, mecánico, hidráulico, neumático, etc.), sobre todo aquellos que afectan directamente el proceso sobre el producto en fabricación. Las inspecciones deben ser realizadas con cierta frecuencia dependiendo la criticidad del equipo y la mantenibilidad de este mismo.

Primero, es necesario identificar todos los procesos con los que interactuara este sistema de gestión. En el diagrama 4 se muestran dichos procesos para optimizar a los activos fijos, responsables de los procesos de transformación de la materia prima.

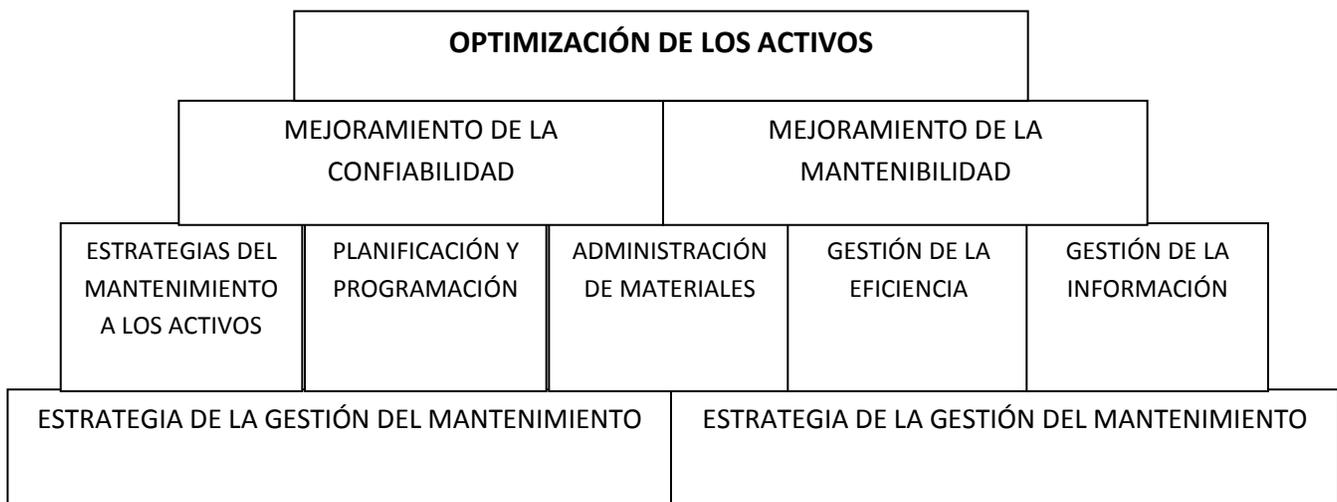


Diagrama 4

Aquí se puede apreciar cómo es que el mantenimiento industrial interactúa con otras áreas: producción, almacenes, contraloría, calidad y recursos humanos.

3.4.1 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA, EFECTOS Y CRITICIDAD.

Para asignar prioridades a los equipos o líneas de producción es necesario establecer una jerarquía entre estos. Una herramienta poderosa para esta tarea es el análisis de modos de falla, efectos y criticidad.

Esta es una técnica de análisis de riesgos la cual se encarga de buscar y evaluar escenarios que pueden presentar un impacto adverso en la planta de proceso. Está basado en encontrar respuesta a tres interrogantes:

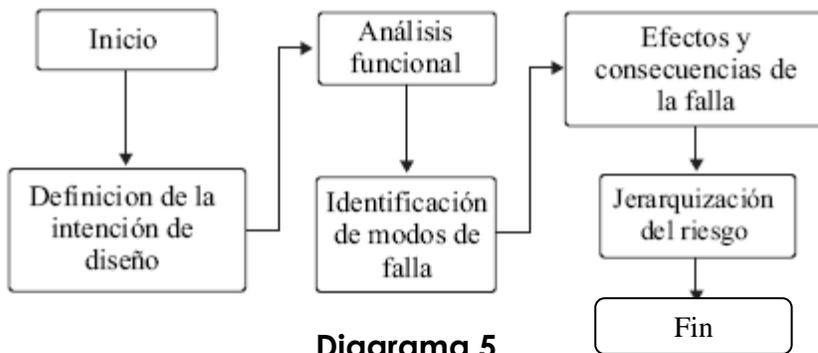
1. ¿Qué puede salir mal?
2. ¿Qué tan frecuente es?
3. ¿Cuáles son sus efectos?

Analizando y entendiendo la respuesta a estas preguntas podemos entender los riesgos y diseñar mejores acciones para la planeación y control.

El paso más importante de esta metodología son los ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA, el cual consiste en identificar todas las maneras posibles en la que un equipo, o línea de producción, puede dejar de cumplir su función principal. Esto hace que nuestro sistema de gestión se enfoque a la fiabilidad, dejando obsoleto al mantenimiento convencional.

Este método consta de cinco pasos y se representa en el diagrama 5:

1. Definición de la intención del diseño.
2. Análisis funcional.
3. Identificación de modos de falla.
4. Efectos y consecuencias de la falla.
5. Jerarquización del riesgo.



Un caso en estudio resulta ser la línea cuatro de giratapas. La cual se encarga de producir la giratapa de 38mm de diámetro y consta de cuatro procesos realizados por cuatro máquinas diferentes: prensa excéntrica, formadora de uñas, horno y videoinspector.

Definición de la intención del diseño.

Prensa excéntrica

Se trata de una prensa excéntrica con carro en C. El accionamiento principal consta de un motor eléctrico de 9Kw el cual transmite la potencia al volante de inercia a través de cuatro bandas en V (Imagen 1). Un embrague por fricción de zapatas transmite el momento de giro al cigüeñal. Es una combinación de embrague - freno activado neumáticamente (imagen 2).

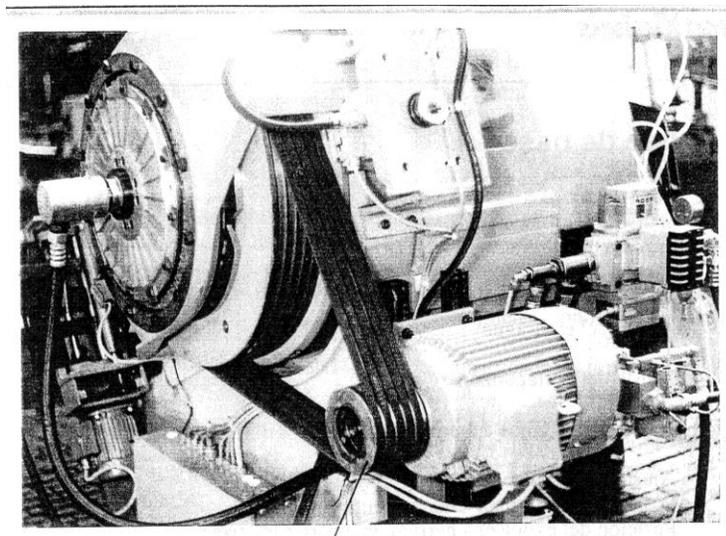


Imagen 1

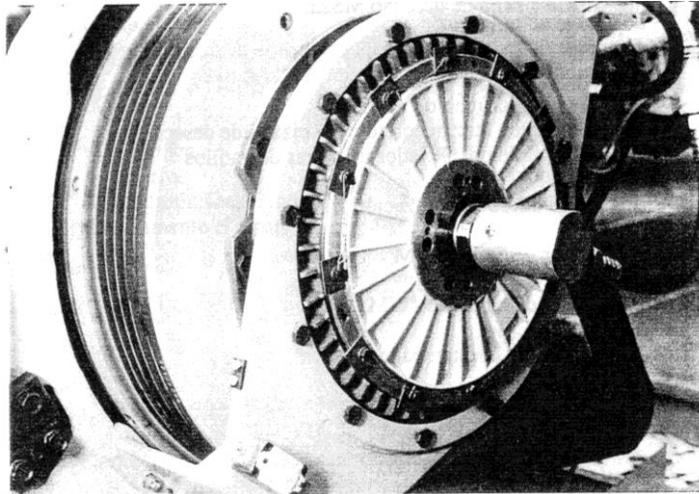


Imagen 2

La potencia del cigüeñal es transmitida al porta punzón mediante una biela (número 13, Imagen 3). En la parte izquierda de la prensa está montado el equipo alimentador de tiras. A la derecha de la prensa está colocado un extractor de esqueleto (Imagen 4).

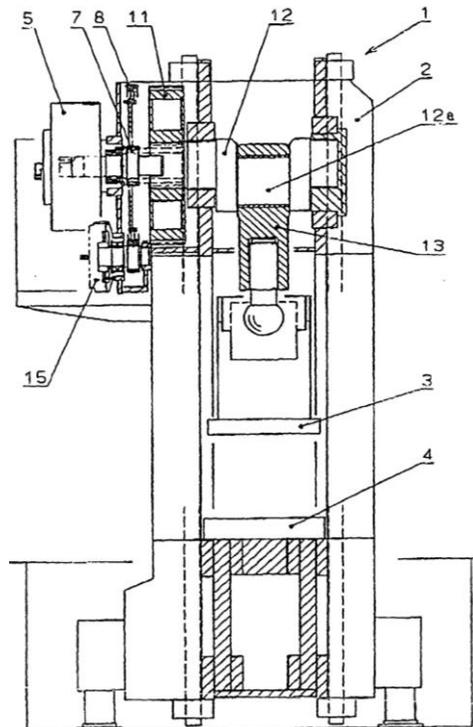


Imagen 3

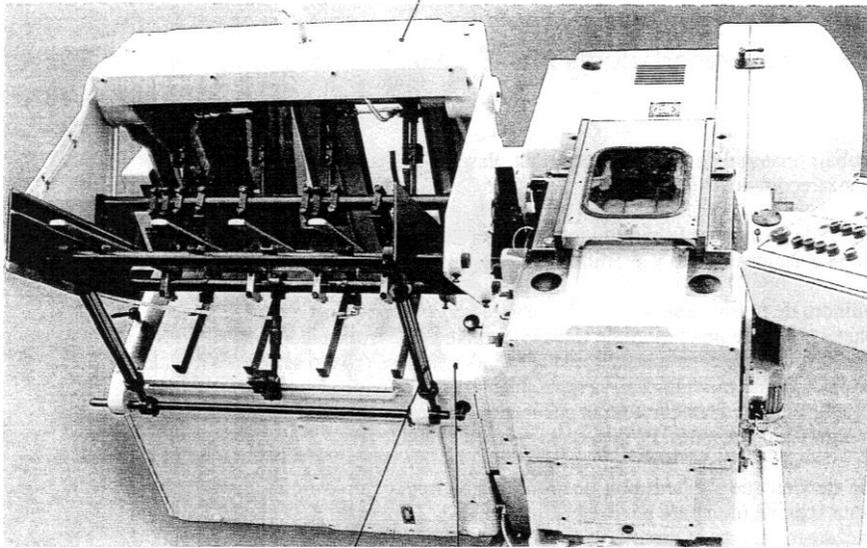


Imagen 4

Formadora de uñas

Se trata de una prensa excéntrica vertical que realiza cinco operaciones (Imagen 5). El accionamiento principal consta de un motor eléctrico de 5Kw el cual transmite la potencia al cigüeñal mediante un tren de engranes (uno de ellos piloto). El embrague, así como el freno, son electromagnéticos y están acoplados directamente al motor principal. La potencia del cigüeñal es transmitida al corro vertical sobre el cual están montados los tres herramientales (operaciones progresivas 1, 2 y 3). La alimentación de las tapas troqueladas se realiza mediante una banda transportadora de hule – nylon – hule. Para sincronizar la tapa con cada una de las operaciones la máquina cuenta con un indexador el cual consta de una leva accionada por el mismo tren de engranes. La 4ta operación consta de la inyección de plastisol el cual es bombeado a una boquilla con presión constante, y aplicado mediante la apertura y cierre de una aguja. La 5ta operación es accionada por otros dos motores eléctricos de 3Kw cada uno, de los cuales se encargan de centrifugar las tapas ya engomadas (Imagen 6).

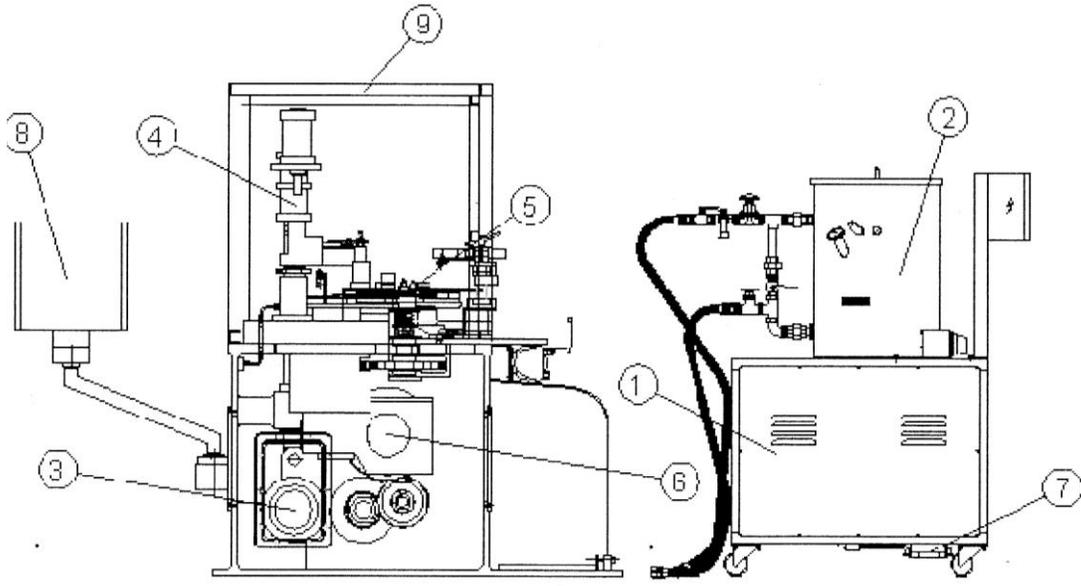


Imagen 5

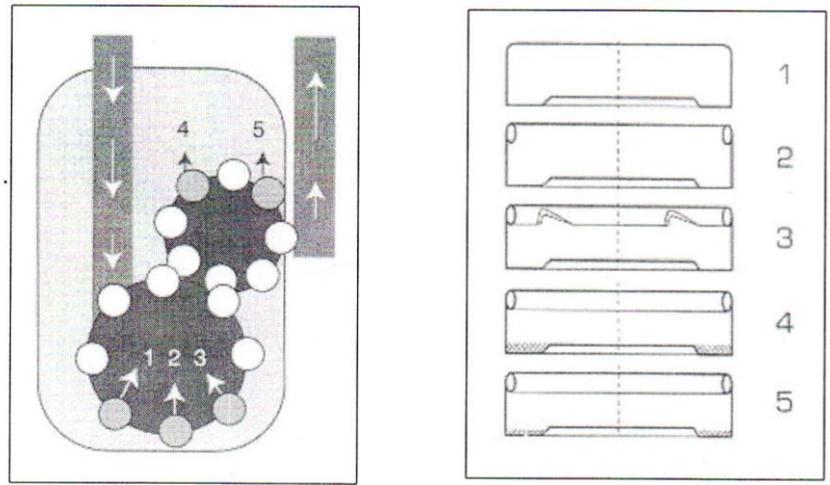


Imagen 6

El desgaste se evita mediante un sistema de lubricación centralizada.

Todo el sistema es automatizado mediante un PLC en el cual están conectados los diferentes sensores y encoders así como los respectivos actuadores. La máquina es controlada mediante una pantalla táctil la cual se comunica con el PLC por una red PROFIBUS.

Horno

Es un horno tipo túnel de combustión, el cual calienta aire mediante un quemador que consta de un mezclador y un tren de válvulas de seguridad. Para mantener la temperatura uniforme en todo el horno, este cuenta con dos ventiladores tipo jaula de ardilla que se encargan de recircular el aire caliente a lo largo de la zona de calentamiento.

Existen otros dos ventiladores tipo jaula de ardilla que se encargan de transportar el aire caliente a la zona de enfriamiento, de este modo se evita el sobrecalentamiento. El producto es desplazado mediante una banda transportadora de alta temperatura cuyo trayecto a lo largo del horno dura 120 segundos.

Video inspector

Consta de una cámara de alta velocidad controlada por un CPU al cual se le programan productos defectuosos. La cámara esta sobrepuesta en una banda transportadora la cual se encarga de llevar el producto a la zona de empaque. La cámara al leer el producto, si este es defectuoso, lo reconoce en su base de datos y lo desecha mediante un soplador activado por una electroválvula, la cual esta sincronizada con el movimiento de la banda gracias a un encoder.

Transportes

Son bandas transportadoras que se encargan de llevar el producto a cada una de las operaciones. Se conforman mediante una estructura de lámina inoxidable con chumaceras, sobre las cuales van dos flechas (una de tracción y otra de arrastre) con sprockets que se encargan de moverla banda.

Análisis funcional de línea.

Funciones	Falla funcional
1) Alimentar la hoja para llevar a cabo el corte y embutido	1.1) Vacío insuficiente para tomar la hoja 1.2) Corte con rebaba 1.3) Tapa arrugada

	1.4) Tapa fuera de altura
2) La tapa embutida se somete a iniciado, prerrizado, rizado y formación de uñas	2.1) Imposible eliminar rebaba e impurezas como pelusa en el iniciado 2.2) Prerrizado insuficiente 2.3) Uñas fuera de especificación 2.4) Desprendimiento de barniz de la lámina litografiada
3) Se inyecta plastisol a la tapa y se centrifuga en sentido de las manecillas del reloj	3.1) Cantidad insuficiente de plastisol 3.2) Escurrimiento de la boquilla de plastisol 3.3) Presencia de grumos en la tapa 3.4) Plastisol mal distribuido en la tapa 3.5) El plastisol no sale por la aguja
4) Se centrifuga la tapa en sentido contrario a las manecillas del reloj para repartir el plastisol uniformemente	4.1) Plastisol mal distribuido en la tapa
5) Se hornea la tapa a 200°C durante 100 segundos	5.1) Plastisol sale crudo 5.2) Plastisol sale quemado 5.3) Plastisol escurrido
6) El video inspector selecciona las tapas con defectos de calidad	6.1) Video inspector no saca las tapas malas 6.2) Video inspector saca las tapas

	buenas
7) Los transportes se encargan de llevar las tapas integras a sus respectivos procesos	7.1) Las tapas no llegan a su destino

Modos de Falla.

Como ejemplo consideremos el modo de falla 5.1)

Falla funcional	Modo de falla	Observaciones
5.1) Plastisol sale crudo	5.1.1) Presión de gas insuficiente	Poco probable
	5.1.2) Bujía de ignición incapaz de producir chispa	Ninguna
	5.1.3) Varilla detectora de flama carbonizada	Ninguna
	5.1.4) Termopar PT-100 en corto	Ninguna
	5.1.5) Controlador de temperatura des calibrado	Modo de falla causado por negligencia operativa
	5.1.6) Quemador incapaz de distribuir la flama por contaminación física	Ninguna
	5.1.7) Ventiladores incapaces de distribuir aire caliente uniformemente en el horno debido a daños físicos, deformación por temperatura o daño en chumaceras	Ninguna
	5.1.8) Aletas de quemador dañadas por oxido y/o corrosión	Ninguna

	5.1.9) No hay presencia de flama alta (únicamente el piloto), debido a desgaste mecánico en modutrol	Ninguna
	5.1.10) No hay presencia de flama alta debido a falla en motor de ventilador	Ninguna
	5.1.11) Sistema de fallo de flama averiado por sobrecarga	Ninguna

Para este caso los efectos de fallas resultan ser los siguientes:

Modos de falla	Efectos de falla	Consecuencias de falla
5.1.1	Gas insuficiente para encender el quemador y elevar la temperatura	Paro de línea de producción, cuello de botella. Incumplimiento de entregas
5.1.2	Bujía de ignición dañada por desgaste mayor o calcinación	Paro de línea de producción, cuello de botella. Incumplimiento de entregas
5.1.3	Horno disminuye temperatura abruptamente y sin aviso debido a comportamiento caótico de flama. Se apaga de repente. Debido a varilla detectora en mal estado	Producto mal curado, se incrementa la cantidad de desperdicio con riesgo a rechazo por calidad o por parte del cliente
5.1.4	Temperatura registrada por controlador difiere	Producto mal curado o quemado, se incrementa la

	significativamente de la temperatura real del horno por termopar en mal estado	cantidad de desperdicio con riesgo a rechazo por parte del cliente
5.1.5	La temperatura de operación está por debajo de la temperatura óptima debido a alteraciones por personal no autorizado	Producto mal curado o quemado, se incrementa la cantidad de desperdicio con riesgo a rechazo por parte del cliente
5.1.6	Quemador contaminado por hollín u otras partículas, por falta de mantenimiento y limpieza	Quemador enciende parcialmente causando combustión incompleta, causando ineficiencia energética, se incrementan costos por consumo de gas, producto mal curado, se incrementa la cantidad de desperdicio con riesgo a rechazo por parte del cliente
5.1.7	Alabes de ventiladores en mal estado o baleros de chumaceras dañados	Daño mayor a flecha por desbalanceo, vibraciones o fractura por fatiga. Producto mal curado, se incrementa la cantidad de desperdicio con riesgo a rechazo por parte del cliente
5.1.8	Aletas dañadas por corrosión y oxido	Quemador enciende parcialmente causando combustión incompleta, causando ineficiencia energética, se incrementan costos por consumo de gas, producto mal curado, se incrementa la cantidad de desperdicio con riesgo a

		rechazo por parte del cliente
5.1.9	Caja de engranes de reductor con exceso de juego y engranes dañados	Producto mal curado, se incrementa la cantidad de desperdicio con riesgo a rechazo por parte del cliente
5.1.10	Motor quemado, baleros dañados	Producto mal curado, se incrementa la cantidad de desperdicio con riesgo a rechazo por parte del cliente.
5.1.11	Sistema de fallo de flama dañado	Probable acumulación de gas causando riesgo de flamazo o explosión causando daños mayores al horno o al personal operativo

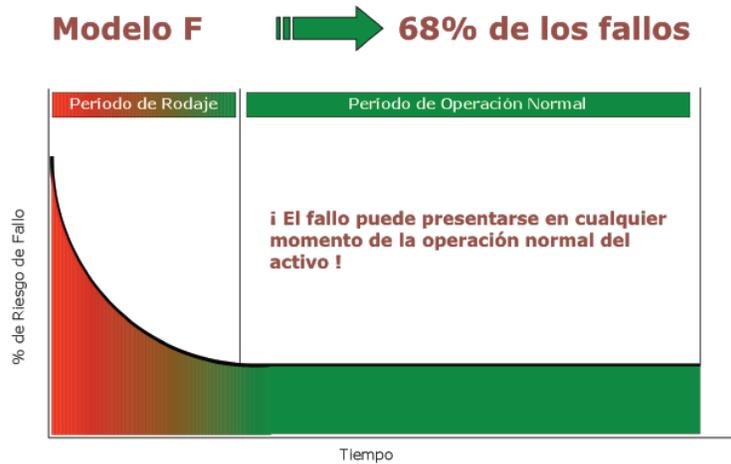
3.4.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Como se mencionó anteriormente, Zapata Hermanos Sucesores cuenta con maquinaria vieja y durante muchos años se ha sostenido el paradigma de que "Cuanto más viejo es un equipo más probable es que falle".

Esta creencia se deshizo cuando se demostró que no sólo había un modelo de evolución hacia el fallo de los distintos equipos sino al menos seis modelos de Weibull diferentes de los cuales unos estaban relacionados con la edad del activo (adaptándose al viejo paradigma) pero otros en un porcentaje mayor (del orden de 80%) eran de naturaleza aleatoria.

Actualmente se sabe que en la mayor parte de los casos la aparición de una falla es totalmente aleatoria con respecto al tiempo de funcionamiento del equipo.

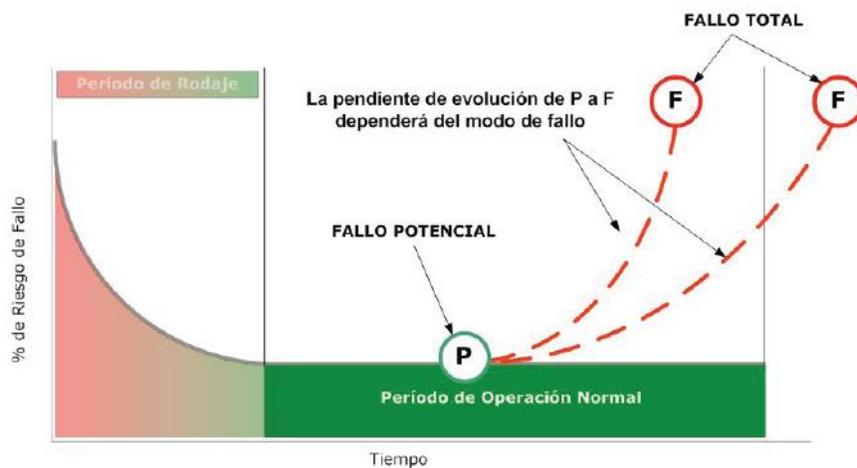
En la gráfica 1 se muestra el modelo más repetido de evolución hacia el fallo.



Gráfica 1

Esto ilustra el hecho de que más del 70% de los fallos que una máquina producirá entre dos intervenciones consecutivas de mantenimiento, se presentan en la semana siguiente a una gran revisión.

Una vez transcurrido el periodo de rodaje, la pendiente de evolución hacia el fallo será prácticamente nula, pero el fallo en si mismo se puede presentar en cualquier momento. Como se observa en la gráfica 2.



Gráfica 2

Suponiendo que las recomendaciones del fabricante nos indican que determinado equipo va a trabajar sin problemas durante un periodo mínimo de 10,000 horas para anticiparnos al fallo programamos un plan de inspección/reparación/sustitución a llevar a cabo cada 8,500 horas (mantenimiento preventivo). Esto conlleva cierto riesgo dado que el fallo puede presentarse en cualquier momento, teniendo dos casos:

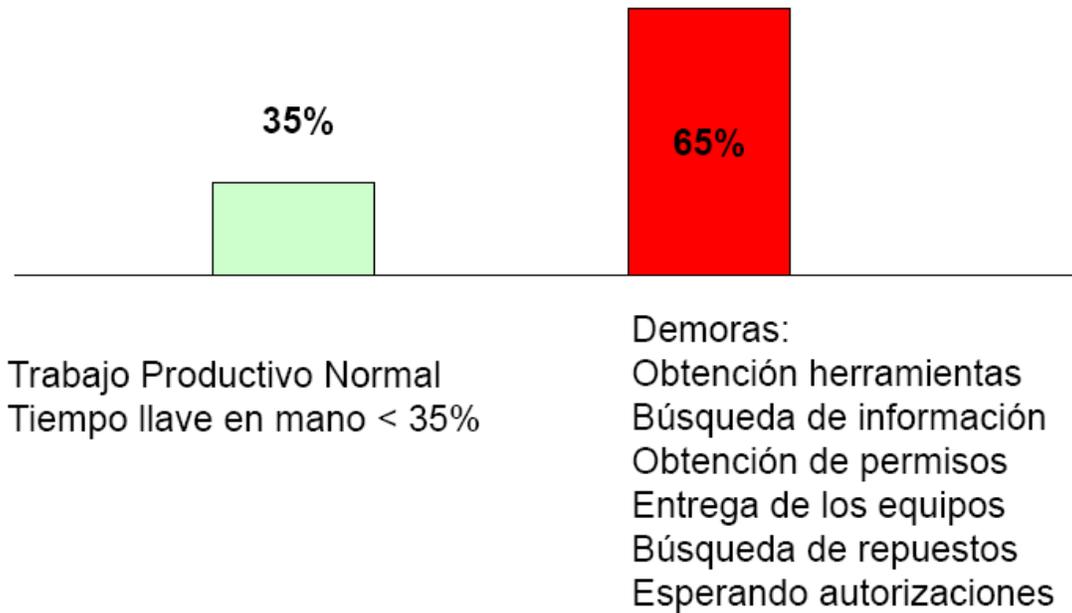
1. Si el fallo aparece antes de las 8,500 horas estaremos obligados a recurrir al mantenimiento al fallo.
2. Si al contrario se cubren las 8,500 horas establecidas para la revisión y, al llevar esta a cabo, descubrimos que el equipo y sus componentes estaban aún en perfecto estado, quiere decir que el equipo habría aguantado no sólo las 10,000 horas establecidas por el fabricante sino probablemente un mayor número de ellas.

Todo esto concluye en que las reparaciones se deberían llevar a cabo sólo cuando realmente sean necesarias.

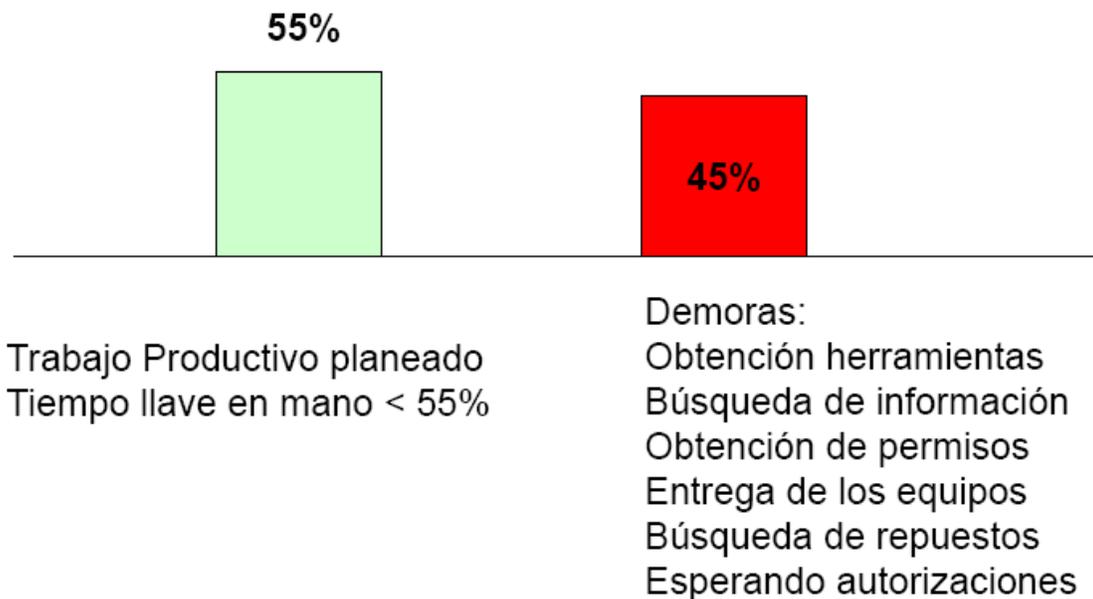
Tomando como ejemplo el horno cuatro de las líneas de giratapas, este comienza a presentar las fallas 5.1), 5.2) y 5.3) (pag. 20); estas a su vez se asociaron con los efectos 5.1.7) mencionados en el capítulo 3.4.1 página 23.

3.4.3 PLANEACIÓN

Antes de ejecutar un servicio de mantenimiento se debe planear este mismo, no sólo tomando en cuenta los volúmenes de producción sino también, mano de obra, herramientas, refacciones, etc. Cuando los paros de producción por servicio de mantenimiento no se planean, estos suelen ser muy largos provocando una baja en las ventas.



Con una buena planeación se pueden reducir los tiempos de paro tanto por trabajos programados como los no programados.



Para poder realizar una adecuada planeación es necesario definir lo siguiente:

El **Qué**: Alcance del trabajo o proyecto.

El **Cómo**: Procedimientos, normas, procesos

Los **Recursos**: Humanos, equipos, herramientas, materiales, etc.

La **Duración**: Tiempo del proyecto o trabajo.

Para definir el **Qué**, se debe visitar el sitio del trabajador e incluir en la orden la lista de tareas que deben ser efectuadas. Si se tienen dudas sobre el diagnóstico o el alcance, es necesario apoyarse en el operador o técnico de área. Solamente se debe incluir lo necesario ya que en ocasiones se añaden tareas triviales y cada actividad, representa dinero.

El **Cómo** se refiere a la forma en que debe hacerse el trabajo; es decir, anexas a la orden: planos, procedimientos, normas aplicables, procedimientos de seguridad, etc. Cuando la tarea es crítica y compleja se debe incluir un instructivo paso a paso para el desarrollo de la misma.

Además, el plan de trabajo también debe incluir.

- Recurso humano: Cuyo indicador serán las horas hombre necesarias por especialidad y la duración del trabajo.
- Repuestos (Refacciones): Lista de repuestos requeridos, con número de parte, código de inventario, descripción u otro identificador.
- Herramienta y equipo: Identificar equipos necesarios para el trabajo, (Grúas, montacargas, etc.) y herramienta especial necesaria.

3.4.4 REFACCIONES

Una vez que se definen las actividades a realizar es necesario contar con las refacciones adecuadas para reemplazar aquellas que presenten desgaste mayor, de este modo se incrementará la confiabilidad del equipo en servicio. Para ello, se debe llevar a cabo un levantamiento y asegurarse que todas las refacciones estén disponibles a la hora de efectuar los trabajos de mantenimiento.

Las refacciones de uso recurrente forman parte del inventario del almacén de refacciones, ya que siempre deben estar disponibles para su uso en cualquier momento. Estas se codifican en el sistema SAP para llevar un control de gasto y consumos a la hora de efectuar un trabajo de mantenimiento. En el caso de repuestos de escaso uso, pero de bajo costo, es conveniente que también forme parte del inventario en un stock muy reducido, dado que se pueden evitar urgencias.

Las refacciones de alto costo deben excluirse del inventario debido a que representan un gasto, y es mejor programar las llegadas de estas para el momento en que se lleve a cabo el servicio de mantenimiento.

Las refacciones de alta criticidad con grandes tiempos de entrega por parte de los proveedores, deben formar parte del inventario, debido a que una falla inesperada puede generar un paro prolongado de producción.

Para programar la llegada de refacciones al almacén antes de iniciar un servicio, es necesario medir las existencias de este mismo.

El nivel de existencias del almacén se compone de elementos que se pueden agrupar en seis grandes conceptos.

- 1) Ferretería: Son todos los elementos de uso general, cuya aplicación no sólo se dirige al trabajo en sí mismo, sino también en tareas auxiliares y complementarias (tornillos, sogas, alambres, clavos, tuercas, pinturería, etc.).
- 2) Suministros: Se consideran, como tales, a todos aquellos elementos que se aplican en forma directa, pero generalizada, a todos los trabajos (solventes, lubricantes, barras de ferrosos, metales amarillos, fontanería y plomería, bujes, chapas, planchas, etc.)
- 3) Repuestos universales: Son todos aquellos elementos de recambio que pueden aplicarse a todo tipo de maquinaria o equipo (rodamientos, sellos, juntas, chumaceras, etc.)
- 4) Repuestos específicos: Son elementos de diseño, tal que no pueden ser remplazados por repuestos universales o suministros. Su provisión está a cargo del fabricante original o por determinados proveedores.

- 5) Repuestos comunes: Son repuestos específicos o suministros que pueden ser intercambiados entre equipos iguales o similares (motores eléctricos, reductores de velocidad, acoplamientos, etc.)
- 6) Conjuntos: El almacén guarda también una serie de conjuntos armados, componentes de equipos. Estos conjuntos, para reponer, pueden ser nuevos o reacondicionados en los talleres propios o de terceros.

Continuando con el ejemplo del capítulo 3.4, las refacciones críticas a utilizar para corregir las fallas son:

1 Pz Flecha de transmisión de 2 $\frac{3}{4}$ " de diámetro por 86" de largo con espigas para rodamiento de 1 $\frac{15}{16}$ " y cuñero de $\frac{1}{2}$ ".

1 Pz Ventilador tipo jaula de ardilla, diámetro interior 2 $\frac{3}{4}$ ", diámetro exterior de 4 $\frac{1}{2}$ " en lámina negra, largo de 4".

1 Pz Ventilador tipo jaula de ardilla, diámetro interior 2 $\frac{3}{4}$ ", diámetro exterior de 4 $\frac{1}{2}$ " en lámina negra, largo de 6".

2 Pz Chumaceras Bipartidas SKF SNL 511-609

2 Pz Rodamientos de rodillos a rotula SKF 22211 EK

2 Pz Bujes de fijación HA 311

2 Pz Separadores FRB 9.5/100 (para evitar el desplazamiento axial)

4 PZ Retenes TSN 511 L

1 Pz Angulo de 1 $\frac{1}{2}$ " x 6m de largo cal. 16

1 Pz Malla de teflón de 21000x880mm

3.4.5 EJECUCIÓN

Una vez que todas las refacciones necesarias para un mantenimiento están en el almacén y la maquinaria a la cual se dará servicio esta liberada, es necesario llevar a cabo un procedimiento para la correcta ejecución de dicho mantenimiento. Este debe contener los pasos que

deben seguir el mecánico o técnico especializado para respetar en todo momento la calidad del servicio, así como también entregar la maquinaria en óptimas condiciones tanto de calidad como de inocuidad.

En el caso de Zapata Hermanos, la inocuidad de los equipos y el lugar de trabajo no es menos importante que el resto del servicio, debido al giro de la empresa, pues la mayor parte de los clientes de Grupo Zapata, pertenecen a la industria alimentaria y la compañía proporciona envases primarios. En caso de fabricar productos contaminados (puede ser contaminación, física, química o biológica), se corre el riesgo de que estos productos lleguen al consumidor final causando enfermedades o en el peor de los casos la muerte. A nivel económico esto generaría pérdidas a la empresa por retiro de producto sin contar con la mala fama que se podría generar.

A continuación se muestra el diagrama de flujo actual de un servicio de mantenimiento preventivo.

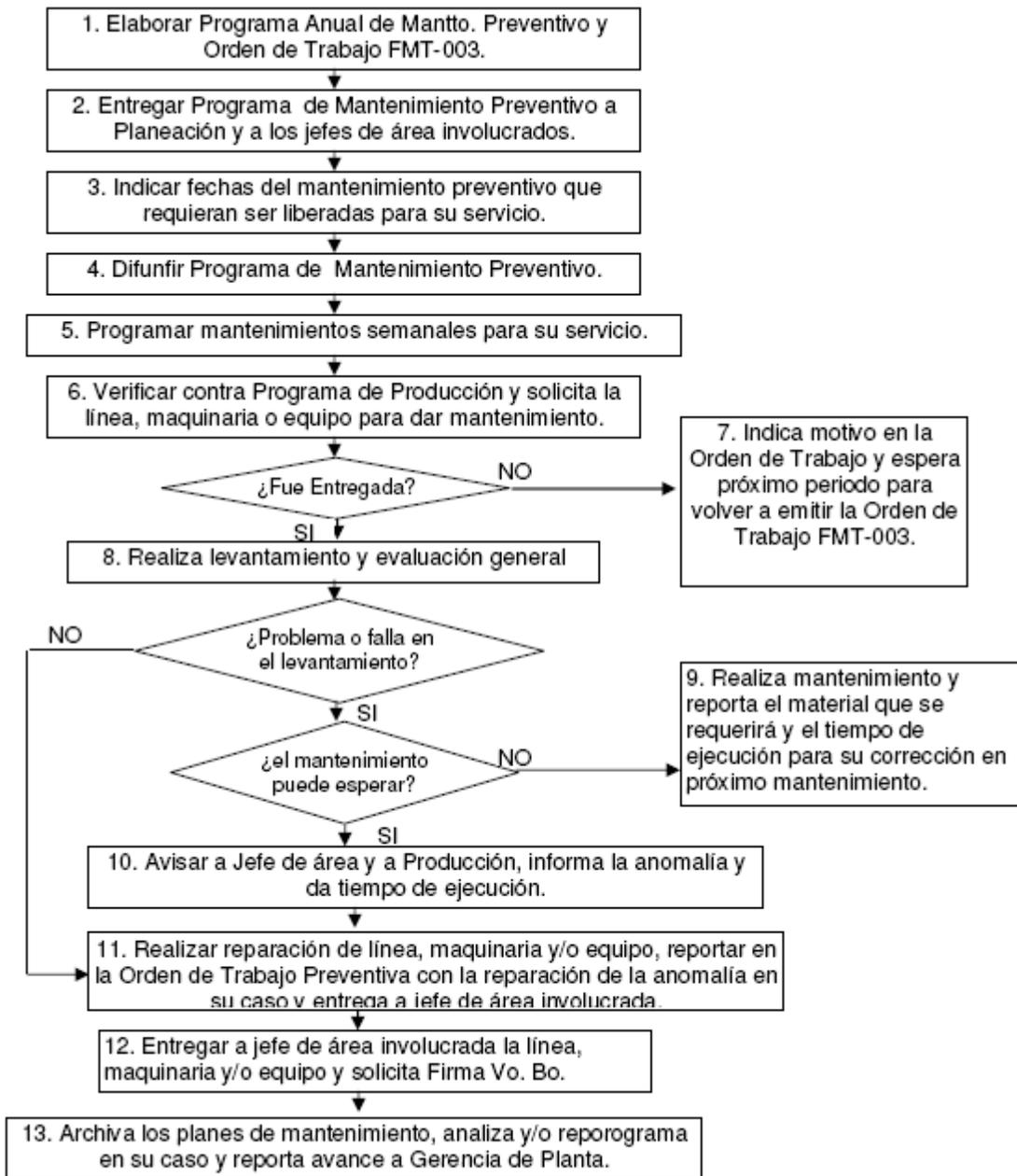


Diagrama 6

Como se puede observar, este método tiene pasos ambiguos, tampoco establece que refacciones se usaran. Además es notorio que las refacciones se solicitan una vez que la maquinaria ha dejado de producir. De este modo se pierde mucho tiempo en la espera de las refacciones sin contar la producción perdida durante el servicio.

También puede visualizarse lo mencionado en el capítulo, o estamos realizando demasiado mantenimiento o estamos sometiendo a la máquina a desmontajes innecesarios.

La realización del mantenimiento se realiza de la siguiente manera

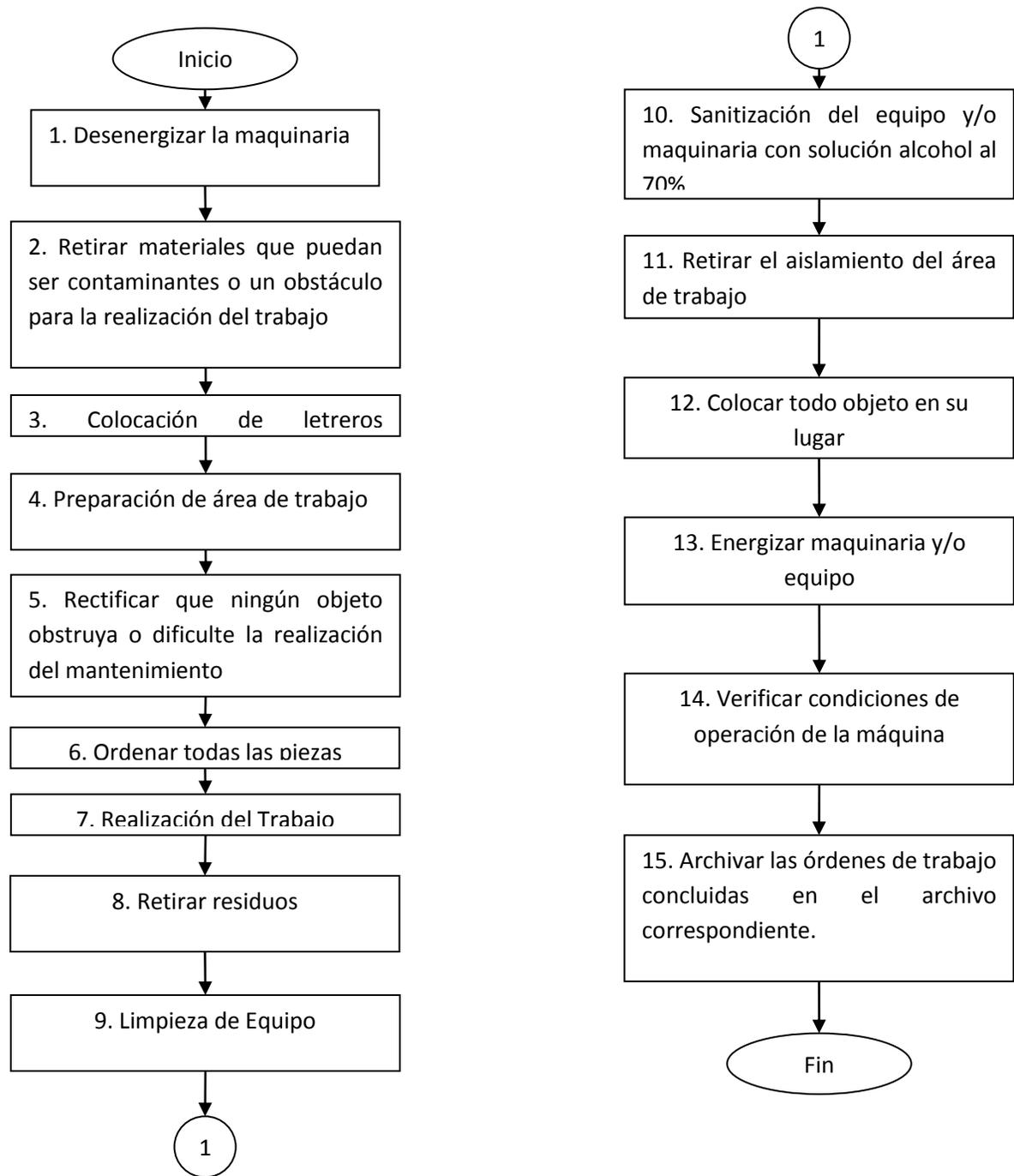


Diagrama 7

3.5 TAREAS DE MANTENIMIENTO

Para mejorar el sistema de gestión de mantenimiento de la planta de Zapata Hermanos, se propone basar dicho sistema en inspecciones periódicas de maquinaria, las cuales tendrán como objetivo la búsqueda de defectos que afecten directamente el proceso o la productividad generando paros continuos por mal estado de maquinaria.

Consecuentemente se analizará si dicho defecto es lo suficientemente significativo para considerarse una falla en maquinaria. En el primer caso, se procederá a programar un servicio de mantenimiento para corregir cierto defecto. En el segundo caso se procederá con un servicio de mantenimiento correctivo, el cual no estará planeado ya que solamente se reaccionará a dicha falla, reparándola lo antes posible. El método se muestra en el siguiente diagrama.

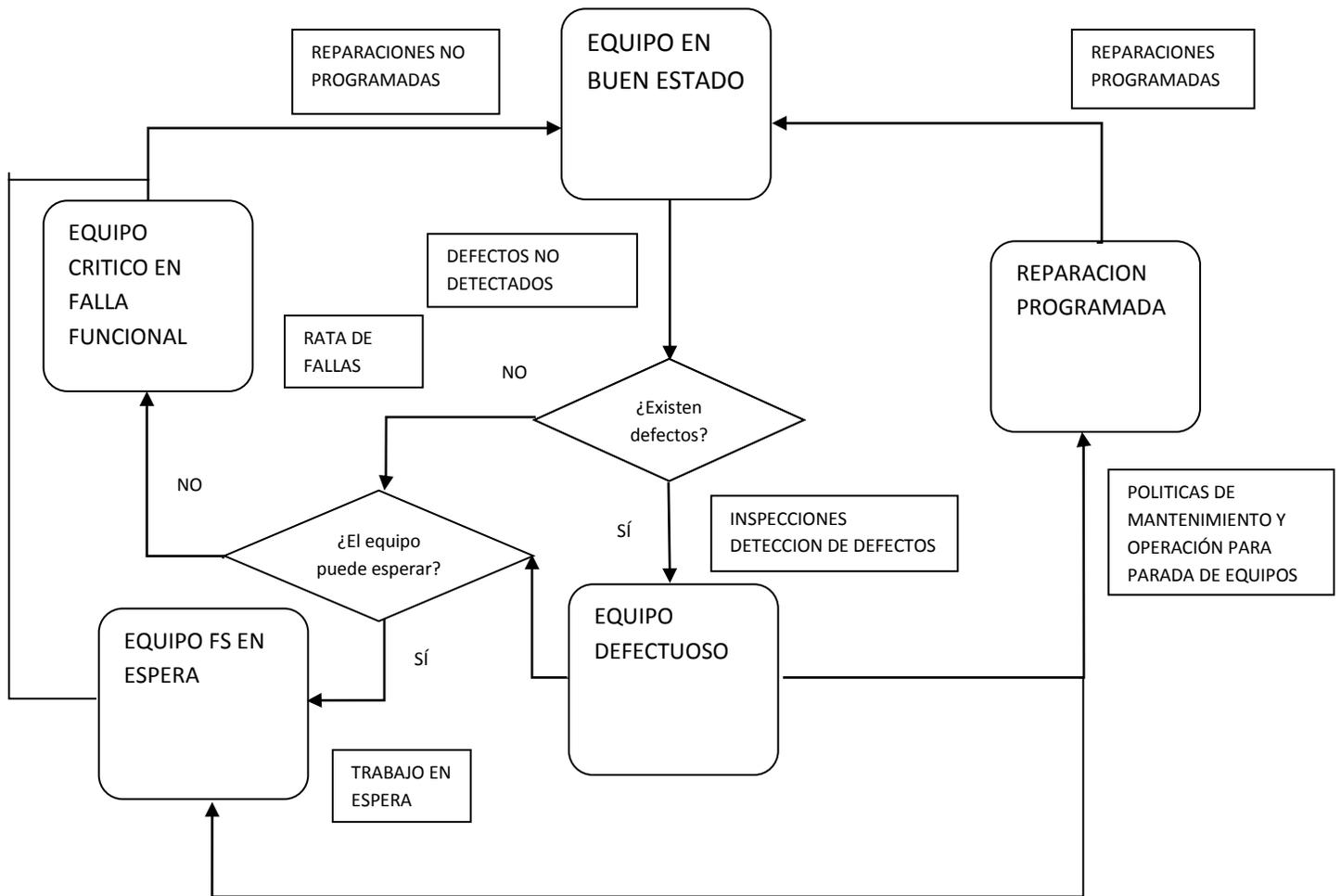


Diagrama 8

Todos los procesos mencionados en los capítulos anteriores se pueden resumir en el siguiente diagrama de flujo:

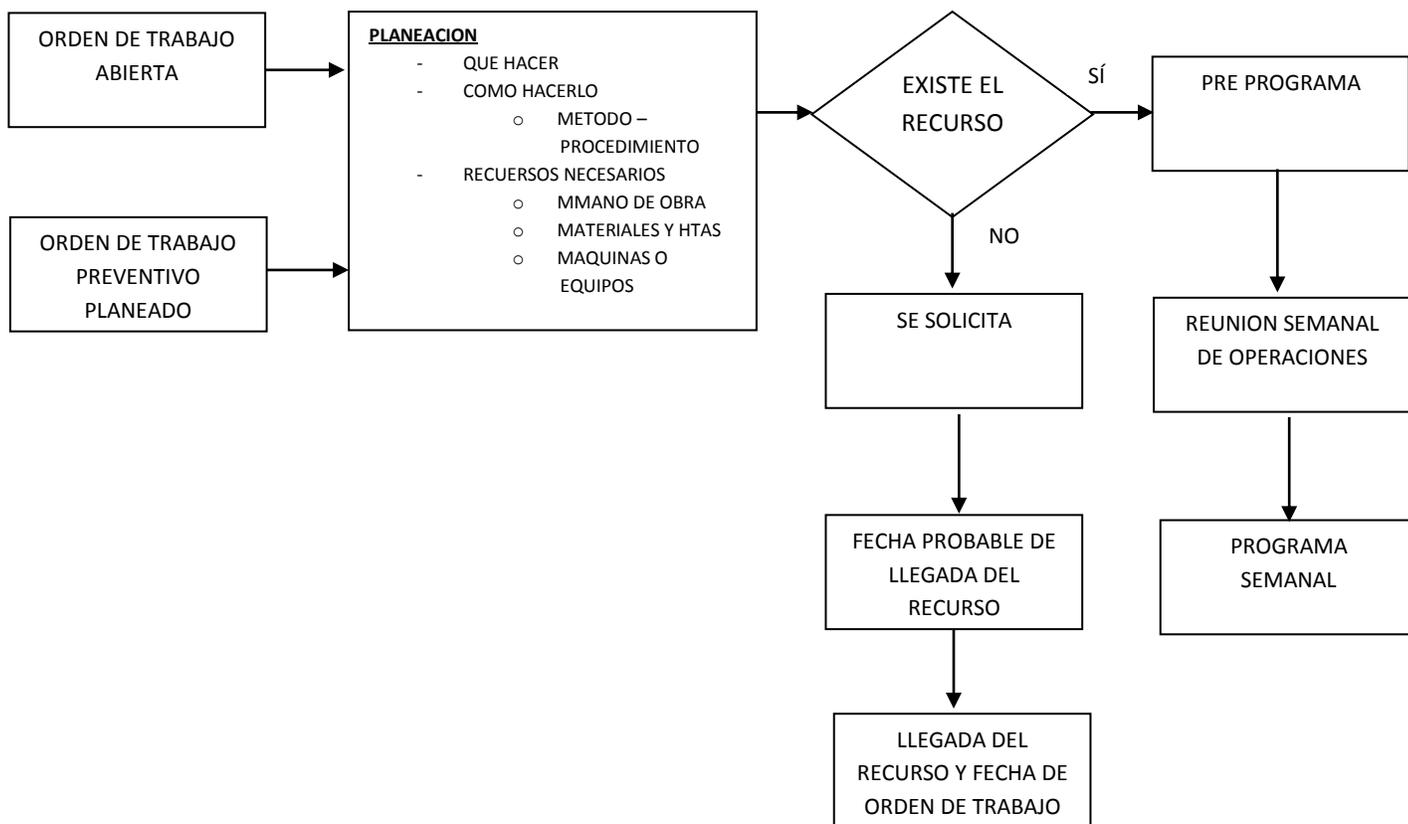


Diagrama 9

Capítulo 4. Conclusiones

La línea de producción piloto para este proyecto fue la línea cuatro del área de giratapas debido a que era de las más improductivas, y uno de los factores que contribuían a ello, era la disponibilidad del equipo.

En la primera mitad del año 2013, la línea cuatro de giratapas tuvo una disponibilidad promedio de 69%. Este porcentaje se debía a paros prolongados causados por fallas en los equipos de dicha línea, siendo los equipos mas frecuentes, la prensa automática y el horno de curado.

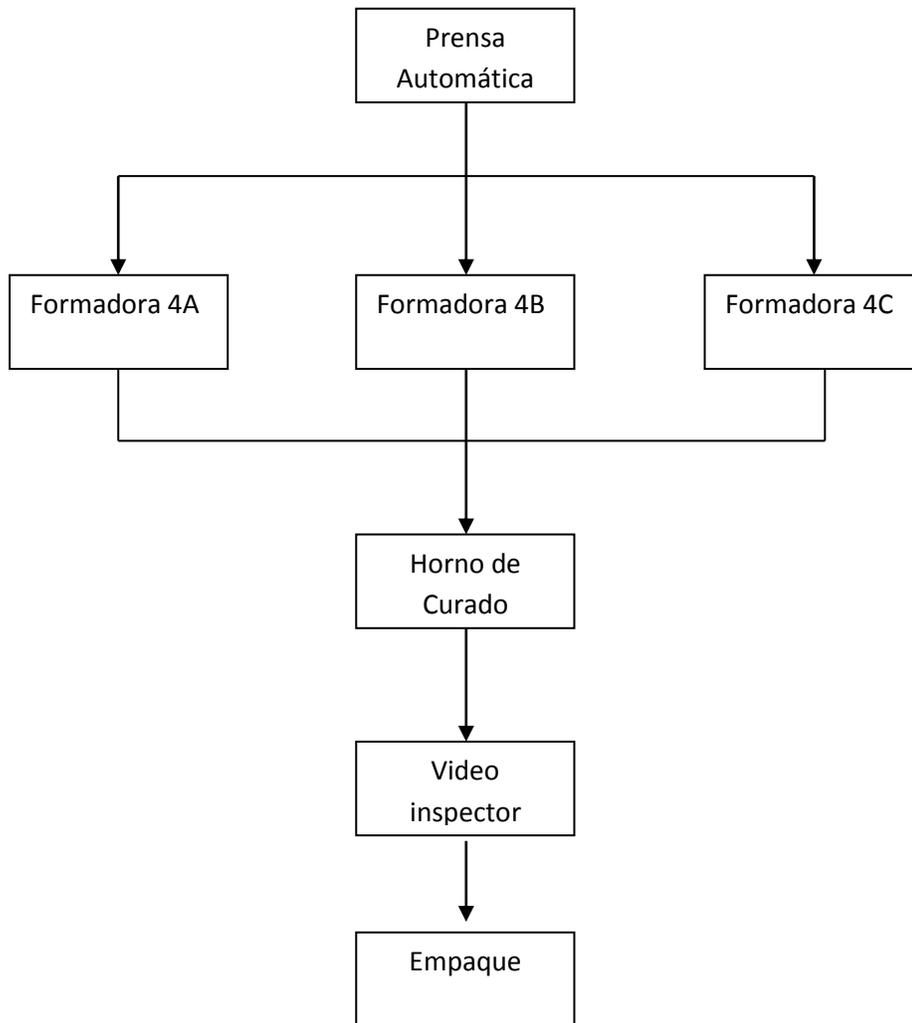
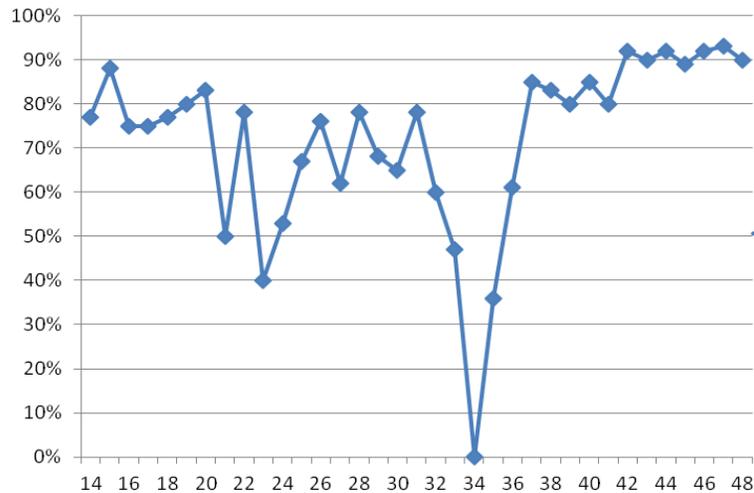


Diagrama 10

En la gráfica 3 se puede observar la variación de la disponibilidad de la línea cuatro de giratapas (eje Y) en función del tiempo en semanas (eje X).



Gráfica 3

Esta baja disponibilidad fue causada por una fuga de aire en el embrague de la prensa. Al inspeccionarse el equipo en enero del 2013 se detectó que el cigüeñal está fracturado y poseía demasiado juego mecánico con el tambor del clutch (0.030"). Para cumplir el programa de producción se adaptaron empaques (Empaques tipo "U" de nitrilo) para que la prensa pudiera seguir trabajando.

En la semana 23 se observó una baja importante en la disponibilidad de la línea. Esta baja es debido a una falla en la flecha de los ventiladores del horno (2 3/4" de diámetro), esta se encontró torcida, desbalanceada y los ventiladores tipo jaula de ardilla se encontraban desechos. Esto causaba que el horno vibrara en exceso y las tapas se voltearan antes de ser curadas y por lo tanto se generaba mucho desperdicio. Se colocó una flecha provisional de menor diámetro (2"), los ventiladores se repararon y balancearon, las chumaceras dañadas se reemplazaron por chumaceras tipo puente. Todas estas reparaciones fueron provisionales con la finalidad de cumplir con el programa de producción.

Se programó mantenimiento para la semana 34, en cuyas actividades se contemplo la reparación de ambos equipos.

Prensa excéntrica

- La prensa actual queda fuera de servicio para ser sometida a mantenimiento mayor. Es reemplazada por una prensa del mismo modelo que se encuentra en óptimas condiciones. Motores, embrague, cigüeñal y bujes se encuentran en perfecto estado.

Horno

- Se cambia la flecha de ventiladores de 2" a 2 ¾" de diámetro.
- Se instalan ventiladores tipo jaula de ardilla previamente fabricados.
- Se reemplazan chumaceras por chumaceras bipartidas de alta carga y alta temperatura.
- Se reemplaza malla de teflón encargada de transportar tapas.
- Re reemplazan bases de motores para evitar vibraciones.

Estas actividades, aunque fueron pocas, pero importantes, incrementaron la productividad de la línea a un 87% en promedio.

Esto fue posible debido a que se pudieron identificar los equipos críticos de la línea así como sus modos de falla.

Para establecer la criticidad se estableció la siguiente matriz:

	6	4	2
6	36	24	12
4	24	16	8
2	12	8	4
	6	4	2
	CRITICIDAD		

Asignando a cada número un valor de criticidad siendo 36 el de criticidad más alta y el cuatro el de criticidad más baja, la matriz queda como sigue:

Matriz de criticidad

	BAJA	ALTO	ALTO	MEDIO
MANTENIBILIDAD	MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
	ALTA	MEDIO	BAJO	BAJO
		ALTA	MEDIA	BAJA
		CRITICIDAD		

La criticidad se jerarquiza de la siguiente manera:

- Alta: Equipos cuyo paro afecta directamente la producción o la seguridad de las personas, equipos o medio ambiente.
- Media: Equipos esenciales para la producción, pero que tienen al menos un equipo de respaldo.
- Baja: Equipos de propósito general.

La mantenibilidad se jerarquiza de la siguiente manera:

- Baja: Equipos que tienen un alto MTTR (Mean Time To Repair) y son de difícil acceso. Requiere desarme, parada, construcción de vías de acceso o permisos especiales para su reparación.
- Media: Tienen un MTTR mediano y su acceso es de moderada facilidad.
- Alta: Tienen un MTTR bajo y su acceso es fácil y no requiere desarme ni obstáculo alguno para su intervención.

Prensa Automática

Este equipo tiene criticidad alta, debido a que su paro afecta la producción de la línea completa; es decir, se forma un cuello de botella. Además posee un alto MTTR (mayor a 1 mes)

Como modo de falla que repercute directamente en el proceso se identifico la holgura entre bujes y cigüeñal, holgura entre tambor del

embrague y cigüeñal, así como holgura entre el carro y las guías del troquel.

Formadoras (4A, 4B, 4C):

Este equipo tiene criticidad media debido a que es esencial para la producción, pero tiene otras dos formadoras de respaldo. Cuenta con un medio MTTR (2 semanas).

Horno de curado:

Este equipo es de criticidad alta debido a que es esencial para la producción y posee un MTTR medio.

Como modos de falla se identifico el control de flama, vibraciones en las flechas de los ventiladores y chumaceras, así como el correcto funcionamiento de la válvula de admisión de gas.

Video Inspector:

Este equipo es de criticidad alta debido a que es esencial para la producción y posee un MTTR medio.

Finalmente la línea queda trabajando sin problemas de disponibilidad causados por fallas de maquinaria. Las fallas que aún causan improductividad en la línea son debidas a ajustes operacionales y fallas en los herramientas.

Con esto podemos dejar obsoleto el programa de mantenimiento mostrado en la página 13, ya que con el nuevo procedimiento, las inspecciones no están basadas en cierto periodo de tiempo, esta vez serán realizadas tomando de criterio su respectivo modo de falla. Esto se hizo con la finalidad de no dar mantenimientos muy frecuentes e innecesarios ni realizarlos una vez ocurrida la falla.

La participación del operador es crítica, ya que al ser el usuario directo de la maquinaria, es el responsable de identificar las fallas funcionales, las cuales son el inicio del método. Al ser identificadas se debe notificar a un técnico especializado para que se inspecciones el equipo y así identificar la criticidad de la falla.

Glosario

HACCP.- Es un sistema de gestión en el cual la seguridad alimentaria es manejada mediante el análisis y control de peligros biológicos, químicos y físicos desde la producción de materia prima, manejo de materiales, manufactura hasta la distribución y consumo del producto terminado.

Mantenibilidad.- Facilidad con la que una maquina puede ser intervenida en un servicio de mantenimiento.

Prensa excéntrica.- Máquina herramienta que mediante un cigüeñal excéntrico y un sistema de biela manivela transforma movimiento rotacional en movimiento rectilíneo. Se usa para trabajos de corte, estampación, forja y embutidos.

PLC.- Un controlador lógico programable (PLC por sus siglas en ingles), es una computadora utilizada en la automatización industrial para automatizar procesos electromecánicos.

PROFIBUS.- Es un estándar de comunicaciones para bus de campo. Deriva de las palabras PROCes Field BUS.

Termopar.- Es un sensor de temperatura que consiste en dos conductores metálicos diferentes, unidos en un extremo, denominado junta caliente suministrando una señal de tensión eléctrica que depende directamente de la temperatura.

Curado.- Material endurecido, seco fortalecido o curtido.

Alabe.- Paleta curva de una turbomáquina o máquina de fluido rotodinámica.

Chumacera.- Es un rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación. Este tipo de cojinete se coloca generalmente en una línea paralela en el eje del árbol.

Periodo de rodaje.- Es el periodo inicial del funcionamiento de un órgano o de un conjunto mecánico, durante el cual se produce un acoplamiento recíproco entre las superficies en movimiento relativo y el asentamiento de todas las uniones en relación con las dilataciones

térmicas. Es decir, el tiempo que necesitan las piezas para acoplarse y que funcionen bien.

Pendiente de evolución hacia el fallo.- Probabilidad de que ocurra una falla en algún equipo en determinado límite de tiempo.

SAP.- Conjunto de programas que le permiten a las empresas ejecutar y optimizar distintos aspectos como los sistemas de ventas, finanzas, operaciones bancarias, compras, fabricación, inventarios y relaciones con los clientes.

Modelo de Weibull.- Se tratan de modelos de probabilidad continua asociados a variables del tiempo de vida o fallo de un equipo. La función de densidad de este modelo viene dada por:

$$f(x; \lambda, k) = \begin{cases} \frac{k}{\lambda} \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-(x/\lambda)^k} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

Referencias.

Aguilar-Otero, J. R., Torres-Arcique, R., Magaña-Jimenez, D., (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. 25(1), 3-12

Estévez Cruz, A. M., (2013), Estudio de un sistema de mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones implantado en instalaciones de bombeo y generación, Escuela superior de ingeniería industrial, universidad de Sevilla, página 15

Higareda, C., (2013). Curso de gestión de inocuidad para la alta dirección Food Safety System Certification FSSC 22000 (ISO 22000:2005 + ISO 22002:2009) e ISO 9001:2008, Grupo Delcen Inocuidad Alimentaria Mexicana S.A. de C.V., Huehuetoca estado de México.

Higareda, C., (2013), Curso – Taller avanzado para Auditores Internos, Grupo Delcen Inocuidad Alimentaria Mexicana S.A. de C.V., Huehuetoca Estado de México

Labaien, E., Carrasco, G., (2009). Curso sobre mantenimiento predictivo y sus distintos campos de aplicación, Predictove Ingenieros, San Sebastian – Miramon España

Laughton, M. A., Warne, D. J., (2003) Electrical Engineer's Reference book, 16th edition, Newnes, Chapter 16 Programmable Controller, London UK

Manual de indicadores de mantenimiento, PDVSA, 1998

Rayo, J.P., (2009). Mantenimiento preventivo – predictivo y fiabilidad. Madrid: Rodaindustria ibérica S.A. de C.V. Madrid

Silva Ardila, P. E., (2009). Planeación operativa y programación en mantenimiento. (XI Congreso Internacional de mantenimiento). Bogotá

Referencias mesográficas.

Profibus profinet. Tecnología PROFIBUS. Recuperado de <http://www.profibus.org/>

SAP Community Network. SAP business suite. Recuperado de <http://scn.sap.com/community/business-suite>

Seguros baratos. Como hacer el rodaje del coche. Recuperado de <http://segurosbaratos.motorgiga.com/seguros-baratos-coche/como-hacer-el-rodaje-del-coche/gmx-niv20-con235.htm>

Termokew S.A. de C.V. Termopares, Recuperado de <http://www.termokew.mx/termopares.php>

Word reference. definición de alabe. Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/alabe>