

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



CREACION DE UN DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO PARA UNA PLANTA DE
ALTA TECNOLOGIA

POR

ING. JORGE RAMIRO MARTINEZ NAVARRO

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE
LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN
PRODUCCION Y CALIDAD

Ciudad Universitaria, a Junio del 2000.

CREACION DE UN DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO PARA UNA PLANTA DE
ALTA TECNOLOGIA

TM
Z5853
.M2
FIME
2000
M377

2000



1020145557

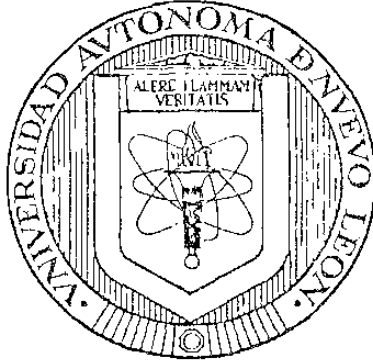
0150-60060

TH
Z5853
• M2
FINE
2000
M377



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



CREACIÓN DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PARA UNA
PLANTA DE ALTA TECNOLOGIA

POR

ING. JORGE RAMIRO MARTÍNEZ NAVARRO

TESIS

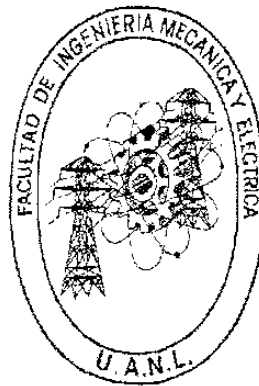
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCIÓN Y CALIDAD

Ciudad Universitaria, a Junio del 2000.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**CREACION DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PARA UNA
PLANTA DE ALTA TECNOLOGIA**

POR

ING. JORGE RAMIRO MARTÍNEZ NAVARRO

TESIS

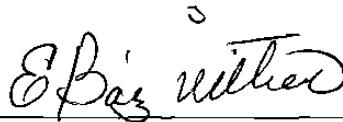
**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCIÓN Y CALIDAD**

Ciudad Universitaria, a Junio del 2000.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis “**CREACIÓN DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PARA UNA PLANTA DE ALTA TECNOLOGIA**” realizada por el alumno **Ing. Jorge Ramiro Martínez Navarro**, matricula 0029007 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con Especialidad en Producción y Calidad.

El Comité de Tesis



Asesor

M. C. Esteban Báez Villarreal



Coasesor

M. C. Roberto Villarreal Garza



Coasesor

M. C. Castulo E. Vela Villarreal



Vo. Bo.

M. C. Roberto Villarreal Garza
División Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, N. L. a Junio del 2000

A mi esposa Diamantina

*A mis hijos: Gina Lorena
Jorge Luis
Ilse Mayela*

PRÓLOGO

Tradicionalmente se ha considerado a los departamentos de mantenimiento, como un mal necesario, porque son aquellos que por necesidades de reparaciones a los equipos, detienen su funcionamiento, también se ha dicho que son innecesarios ya que no agregan valor al producto, sin embargo viéndolos bajo la luz de las nuevas teorías administrativas, podemos decir que no solo no son un mal, sino que son altamente necesarios, y que si bien no agregan valor al producto, ayudan fuertemente a mantener los estándares de calidad muy altos, y además ayudan a que los niveles de producción se incrementen.

Esto siempre y cuando estos departamentos de mantenimiento cuenten con una dirección adecuada, personal calificado, herramientas suficientes y una actitud de servicio que haga a sus clientes considerarlos como parte del mismo equipo, como un ente mas de la tripulación de producción y con los mismos derechos de decidir cual es el mejor camino para mejorar la calidad y aumentar la productividad.

Esta tesis esta encaminada a ofrecer al lector una ventana que nos permita visualizar las herramientas y conceptos que nos ayuden a lograr contar con departamentos de mantenimiento que llenen las expectativas de sus clientes.

El Autor.

INDICE

Síntesis	4
1.- Introducción.	6
1.1.- Descripción del problema a solucionar.	6
1.2.- Objetivo de la tesis.	6
1.3.- Hipótesis.	7
1.4.- Límites del estudio.	7
1.5.- Justificación del trabajo de tesis.	7
1.6.- Metodología.	8
1.7.- Revisión Bibliográfica.	8
2.- Generalidades.	10
2.1.- Breve descripción del proceso.	10
2.2.- Breve descripción de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) usada para la creación del departamento.	13
3.- Descripción del equipo y su requerimiento de mantenimiento.	15
3.1.- Carro portarrollos de entrada	15
3.2.- Desenrolladores	16
3.3.- Rodillo de presión No. 1	17
3.4.- Cizalla doble.	17
3.5.- Soldadora de puntas y colas.	17
3.6.- Riemas de tensión 1, 2, 3, 4, 5 y 6.	19
3.7.- Alineadores 1, 2, 3, 4, 5, y 6.	19
3.8.- Acumuladores de entrada y salida.	20
3.9.- Sección de Lavado.	20
3.10.- Horno de recocido.	21
3.11.- Paila.	22
3.12.- Sistema de post enfriamiento.	23
3.13.- Molino Skn pass	23
3.14.- Nivelador	24
3.15.- Cizalla de salida.	25
3.16.- Enrollador.	25
3.17.- Carro de rollos de salida.	26
4.- Organigrama del departamento y descripción de puestos.	27
4.1.- Organigrama.	27
4.2.- Descripción de puestos	27.
5.-Perfiles de personal.	35
5.1.- Perfil del jefe de mantenimiento.	35
5.2.- Perfil del ingeniero de control.	35

5.3.- Perfil del ingeniero de mantenimiento mecánico.	36
5.3.- Perfil del ingeniero electrónico.	36
5.3.- Perfil del técnico electricista.	37
5.4.- Perfil del técnico mecánico.	37
6.- Selección de personal.	39
6.1.- Método de selección.	39
6.2.- Resultados de la selección.	40
7.- Definición de las necesidades de capacitación para el personal.	43
7.1.- Capacitación humano - administrativa.	43
7.2.- Capacitación técnica..	44
8.- Generación de rutinas de mantenimiento.	45
8.1.- Definición del término rutina y los diferentes tipos de mantenimiento.	45
8.2.- Rutinas de mantenimiento.	45
9.- Definición de herramientas.	57
9.1.- Definición de herramientas mecánicas.	57
9.2.- Definición de herramientas eléctricas y electrónicas.	58
10.- Definición de facilidades.	59
11.- Implementación.	60
12.- Seguimiento del cumplimiento de resultados.	62
12.1.- Definición del objetivo.	62
12.2.- Comportamiento durante el primer semestre de operación.	62
12.3.- Comportamiento durante el segundo semestre de operación.	78
13.- Conclusiones y recomendaciones.	85
13.1.- Conclusiones	85
13.2.- Recomendaciones	85
Bibliografía.	86
Glosario.	88
Autobiografía.	90

SÍNTESIS

La presente tesis es con el fin de ilustrar al lector en los diferentes conceptos que se requieren tomar en cuenta para el diseño e implementación de un departamento de mantenimiento que asegure la continuidad operativa de la planta a la cual dará el servicio.

Como concepto inicial debemos entender de una forma amplia y concreta el proceso que debe seguirse para la elaboración de un producto específico, que en nuestro caso es lámina galvanizada para diferentes usos, entre los que tenemos, construcción, automotriz, pre pintados y línea blanca, este proceso está descrito en una forma bastante general en el capítulo 2 porque si lo hiciéramos de otra forma sería material para otra tesis completa, ya que el solo hablar del tema de galvanizado, con sus variantes en procesos y productos, así como las diferentes configuraciones de las líneas y fabricantes de equipos, hacen que cada planta sea diferente a otra por las limitantes que se dan ya sea por el tipo de producto, calibre de lámina, requerimientos de calidad de los clientes y también de una forma muy importante, las limitaciones de espacio que tienen las compañías para sus instalaciones.

En este capítulo damos un recorrido a la mayoría de los conceptos básicos de el proceso de galvanizado y además hacemos una descripción muy breve del concepto TPM, filosofía que en lo personal creemos puede ayudar a todas las compañías a elevar su disponibilidad de equipo y por lo tanto a tener una alta productividad, además de ayudar a que el personal tenga una plena identificación con su equipo que lo lleve a “sentirlo” como una extensión de su persona y por lo tanto a cuidarlo y sacarle lo mejor de él sin dañarlo ni sobrecargarlo.

En el capítulo 3 damos una descripción del equipo instalado en la planta que nos ocupa así como de los requerimientos de mantenimiento recomendados por el fabricante, cabe mencionar que estos requerimientos fueron bastante superados en el momento de la elaboración de las rutinas de mantenimiento, las cuales como lo mencionaremos mas adelante en el capítulo correspondiente fueron enriquecidas por la experiencia y la creatividad del personal de mantenimiento, gracias a lo cual la disponibilidad del equipo que se pretendía demostrar en nuestra hipótesis se logró desde los primeros meses de operación de la planta y se ha mantenido muy por encima de nuestro objetivo durante los ya casi 2 años de operación de la planta, como lo mencionaremos en el capítulo 12.

En el capítulo 4 describiremos las cantidades de personal requeridas para el funcionamiento del departamento de mantenimiento, mostramos el organigrama del mismo y los perfiles de cada uno de los puestos, mencionando cuales son las funciones básicas y principales.

En el capítulo 5 describimos los perfiles de la persona que deberá ocupar cada uno de los puestos, considerando dentro de este perfil, edad, estado civil, sexo, preparación académica, experiencia y habilidades requeridas. Como requerimiento adicional que se consideró como deseable, mas no imprescindible fue el dominio del idioma inglés, sin embargo aunque los niveles de dominio de este idioma por el personal al ser contratado, en la mayoría de los casos era mínimo, pudimos comprobar que en el momento en que se presentó la necesidad de interacción fuerte entre nuestro personal y los técnicos extranjeros,

el desenvolvimiento fue óptimo, de tal manera que la transferencia de conocimientos pudiéramos decir que fue inmejorable.

En el capítulo 6 mencionamos de una manera muy amplia la batería de exámenes psicométricos que les fueron aplicados a cada uno de los candidatos y además se da una relación de los seleccionados exceptuando en este punto el jefe de departamento ya que ese puesto fue plantado y es ocupado hasta la fecha por el sustentante de la presente tesis.

En el capítulo 7 damos una relación de los cursos que se impartieron a todo el personal incluyendo los puestos de supervisores e ingenieros electrónicos. Podremos ver que la capacitación fue exhaustiva buscando que el personal tuviera todos los conocimientos necesarios para desempeñar su función, de la misma manera veremos que se contó además con una capacitación práctica con la finalidad de que se familiarizaran con equipo similar al que iban a mantener.

En el capítulo 8 veremos la definición de los diferentes tipos de mantenimiento que se consideran en el sistema de administración implantado como son el correctivo, el preventivo y la emergencia y veremos algunos ejemplos de las rutinas que actualmente se encuentran en práctica.

En el capítulo 9 veremos una relación de lo que consideramos las herramientas mínimas necesarias para la operación del departamento, tomando en cuenta las actividades especializadas que se requiere ejecutar como por ejemplo el armado y montaje de las chumaceras del molino, actividad que requiere de una alta capacitación del personal y la comprensión de las diferentes calibraciones y ajustes.

En el capítulo 10 mencionamos las facilidades con que cuenta el personal para poder ejecutar los trabajos de mantenimiento con la eficiencia y eficacia que se requiere, como son grúas, polipastos, montacargas, etc.

En el capítulo 11 daremos un viaje rápido a la secuencia de implementación que se siguió para poner en marcha el departamento y por último los capítulos 12 y 13 daremos seguimiento al cumplimiento de resultados y sacaremos conclusiones y daremos recomendaciones.

CAPITULO 1

Introducción.

1.1.-Descripción del problema a solucionar.

Por la construcción y puesta en marcha de una nueva planta de galvanizado, se requiere la creación de un departamento de mantenimiento que dé servicio a las instalaciones productivas así como de servicios de esta nueva planta.

Esta planta contará con equipo de alta tecnología de proveedores de diferentes nacionalidades, por lo que los requerimientos de mantenimiento varían de acuerdo a las especificaciones y calidad de cada uno de los fabricantes.

La planta una vez en operación tendrá capacidad para producir 10,000 toneladas de acero galvanizado por mes, y para cumplir con este nivel de producción requiere al tener una disponibilidad de equipo arriba del 95% lo cual representa un total de tiempo no disponible de máximo 1 hora con 15 minutos diarios los cuales totalizados son 37.5 horas mensuales tomando en cuenta los paros por mantenimiento programado así como los paros por emergencias.

Los principales problemas que se presentan para lograr una disponibilidad de este nivel son los siguientes:

- Falta de preparación técnica del personal.

- Falta de capacitación en los equipos e instalaciones desde el punto de vista de operación y mantenimiento.

- Falta de capacitación en los sistemas administrativos de la compañía.

- Falta de herramientas adecuadas y el conocimiento de su funcionamiento.

- Falta de capacitación en seguridad y control de riesgos.

- Falta de apoyo por parte de la gerencia para ejecutar los trabajos de mantenimiento requerido.

- Falta de facilidades para efectuar los trabajos con eficiencia y seguridad.

1.2.- Objetivo de la tesis.

El objetivo de mi tesis es demostrar que, con una adecuada selección de personal, así como su capacitación en los diferentes tipos de mantenimiento, la involucración del personal que dirigirá el departamento de mantenimiento en la ingeniería y en la selección del equipo, el comisionamiento de los mismos, la correcta selección de la herramientas y facilidades, contar con las refacciones adecuadas y suficientes, su participación en los procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad, se puede lograr una alta disponibilidad y confiabilidad del equipo que permita llevar los niveles de producción a aquellos para los cuales la planta fué diseñada (10,000 Ton / mes), dentro del tiempo

considerado como curva de arranque (6 meses) y posteriormente incrementarlo significativamente.

1.3.- Hipótesis.

Mi hipótesis sostiene que con el personal adecuadamente seleccionado de acuerdo al perfil profesional establecido, una capacitación acorde al grado de complejidad de las instalaciones, herramientas y facilidades adecuadas, así como una organización de soporte de acuerdo a las necesidades de una planta de alta tecnología y con una filosofía de mantenimiento con conceptos de alto rendimiento y sistemas como **TPM; SMED STOP**, etc., es posible mantener una disponibilidad arriba del 95% con una confiabilidad tal que permita parar la planta de una manera totalmente planeada y programada, de tal manera que se puedan minimizar los costos de refacciones, materiales y mano de obra.

1.4.- Límites del estudio.

Como límites del estudio tenemos el definir los requerimientos de personal, su perfil, capacitación, necesidades de herramienta, refacciones, facilidades, apoyo de los diferentes departamentos staff para cumplir con los requerimientos, llámense estos, compras, programación, contratos, etc.

Estos requerimientos son 95% de disponibilidad y confiabilidad que permita solo parar la planta para los paros programados por mantenimiento 1 vez al mes.

1.5.- Justificación del trabajo de tesis.

Una planta de este tipo está diseñada para operar 24 horas diarias los 7 días de la semana y en función de este tiempo operativo está calculada su capacidad instalada. Esto significa que la planta está considerada de operación continua y en consideración de estos conceptos se calculan sus costos y sus necesidades de servicios y energéticos.

Cuando por necesidades de operación, mantenimiento, programación o falta de servicios se requiere parar la planta, se incurre en costos que no son recuperables, como son:
Pago de horas hombre que no se laboran.

Uso de energéticos que deben alimentar a equipos que no pueden ser parados aunque se detenga la operación de la planta.

Uso de energéticos y materiales que se requiere utilizar para un paro apropiado de la planta.

Todo esto sin contar la pérdida de producción con todas las consecuencias que trae consigo como son, incumplimiento con los clientes, modificación en los programas de producción, y en el caso de los paros para efectuar trabajos de mantenimiento, los costos en que se incurre al efectuar estos trabajos que normalmente son hasta 3 veces más caros que el mismo trabajo efectuado de una manera planeada y programada.

Un departamento de mantenimiento no puede hacer prácticamente nada para evitar los paros debidos a operación, programación o falta de servicios, pero si puede buscar la manera de minimizar o eliminar los paros debidos a fallas o mal funcionamiento en los equipos, lo cual es lo que estoy buscando con la presente tesis.

1.6.- Metodología

Definiremos primero el equipo que requiere ser mantenido, fabricante, capacidades, tipo, tiempo de operación, etc.

Definiremos las necesidades de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y en los casos de la falta de éstas, de acuerdo a la experiencia de personal especializado.

Definiremos las necesidades de personal de acuerdo con el punto anterior y de la continuidad de la operación y del tiempo de paros por mantenimiento.

Definiremos los perfiles requeridos para cada uno de los puestos que deberán cubrirse.

Haremos una descripción detallada de cada uno de los puestos a cubrir.

Definiremos el procedimiento para la generación de las rutinas de mantenimiento que constan de tiempo de ejecución, frecuencia, personal requerido, ubicación funcional, etc.

Definiremos las herramientas necesarias para lograr los niveles de disponibilidad buscados.

Definiremos las facilidades necesarias para que el personal pueda cumplir con su trabajo satisfactoriamente.

Veremos cual fué la secuencia de Implementación de todo el sistema, le daremos seguimiento al mismo y verificaremos periódicamente los resultados.

1.7.- Revisión Bibliográfica.

La bibliografía utilizada en la presente tesis sirvió como apoyo para la toma de decisiones al diseñar cada uno de los puestos, si como para la adquisición de herramientas, desarrollo de rutinas y métodos, además se usaron ampliamente para cruzar información conceptual con los diferentes especialistas en las actividades involucradas para poner en ejercicio el departamento de mantenimiento.

A continuación puntualizo algunos de los conceptos tomados de los diferentes autores.

TPM en Industrias de Proceso, Tocatato Zusuki, Productivity Press Inc. 1994. De este libro tomamos los conceptos de las responsabilidades de la fuerza de mantenimiento, la enseñanza para la formación de inspectores de proceso y las medidas de prevención de errores, así como la clarificación de las responsabilidades del mantenimiento.

La Fábrica Visual, Michel Greif, Productivity Press Inc. 1993. Tomamos los conceptos de las ayudas visuales, identificación de equipo, definición de roles, asignación de espacios y planta abierta a las visitas, así como la exhibición pública de los resultados.

TPM Development Program Implementing Total Productive Maintenance, Seichi Nakajima, Productivity Press Inc. 1989. Tomamos todos los conceptos filosóficos del TPM como son, mantenimiento autónomo, restauración, confiabilidad, total prevención e involucración de todo el personal de la planta.

Calidad, Productividad y Competitividad, La Salida de la Crisis, W. Edward Deming, Ediciones Díaz de Santos, 1989. Tomamos los conceptos de la calidad y el consumidor, estándares y reglamentos y organización para la mejora de la calidad y la productividad.

Preparaciones Rápidas de Máquinas, El Sistema SMED de Shingeo Shingo, Productivity Press Inc. 1997, Tomamos los conceptos de preparación interna y externa así como los chequeos de funciones y el concepto comando.

As Sold Specifications, order 45115, Danieli Wean, 1997. Tomamos las descripciones de los equipos así como las capacidades y especificaciones.

Hot Dip Galvanizing Line, Instalation, Operation & Maintenance Manual Tomos I, II, y III. Tomamos las necesidades de mantenimiento así como algunos conceptos a ser impartidos en los cursos de capacitación.

CAPITULO 2

Generalidades

2.1.- Breve descripción del proceso de galvanizado.

La aplicación de la palabra Galvanizado en este caso se refiere al proceso de recubrimiento de cintas de acero con zinc, en continuo, en el cual el material en rollos proveniente de los molinos de laminación es desenrollado y pasado continuamente a través del equipo de galvanizar, operación continua que puede ser realizada mediante la unión de la cola de un rollo con la punta del siguiente.

La palabra cinta que usaremos aquí, significa la forma física del material en proceso.

El término galvanizado se refiere a la cubierta protectora de zinc aplicada por medio del proceso de galvanoplastia.

De todos los metales usados comúnmente como recubrimientos protectores, el zinc es el que nos dá el mas bajo costo por kilogramo.

Con excepción del estaño, el zinc es usado para proteger mas área de metal que cualquier otro recubrimiento metálico, ya en 1961 se consumían casi 400,000 toneladas de lingotes de zinc en la industria galvanizadora y desde entonces la demanda del acero recubierto por este material ha crecido en mas de un 1000%.

Dentro de los usos específicos del acero galvanizado se encuentran, partes automotrices, mofles, partes para lámparas, paredes, techos, tuberías, ductos y aparatos de aire acondicionado, hornos de calefacción, cajas de conexiones, chimeneas, carros de ferrocarril, depósitos de basura, aceite y cenizas, refrigeradores, congeladores, cocinas, lavadoras y secadoras automáticas, tanques de almacenamiento, enfriadores de bebidas y tractores.

La cantidad de zinc en una hoja de lámina galvanizada está dada en términos de onzas por pié cuadrado de metal y como el metal está recubierto por ambos lados, el peso del recubrimiento es dos veces el promedio del recubrimiento por pié cuadrado en cada lado,

La efectividad de un recubrimiento protector depende mayormente del medio ambiente en el cual se usa. En general el galvanizado está sujeto a corrosión atmosférica y líquida y menos frecuentemente a corrosión del suelo. Su efectividad en la atmósfera depende principalmente de la cantidad de contaminantes ácidos presentes, por lo tanto en el aire relativamente puro de las áreas rurales, la vida del galvanizado es de 4 a 10 veces más prolongada que la del mismo recubrimiento en un área industrial.

Los recubrimientos de zinc por inmersión en caliente de objetos de acero se lleva a cabo pasando el metal base propiamente preparado a través de un baño de metal de zinc fundido. Al igual que en todos los procesos de recubrimiento metálico la superficie del metal base debe de estar limpia para asegurar un recubrimiento satisfactorio, particularmente al entrar al baño de metal líquido, porque las partículas de óxido en el metal base pueden provocar que el recubrimiento se levante al interferir en la aplicación de éste en el metal base. Una excesiva contaminación de la superficie con cualquier clase de material debe ser removida mediante decapado con ácido, limpieza alcalina u otro tratamiento de preparación antes de introducirlo en el baño de zinc.

El proceso de galvanizar el acero en una forma continua, a partir de rollos, requiere de equipo más elaborado que el requerido para el galvanizado de hojas, pero el agrupamiento de diferentes pasos de manufactura en una sola operación hacen posible que este tipo de producción sea mas económica, además de incrementar el control de la calidad del producto.

Varios diseños de líneas de galvanizado continuo por inmersión en caliente existen en uso comercial, el más simple arreglo de ellos consiste en hacer pasar una cinta de acero rolado en frío recocido, desde un desenrollador a través de un tanque de decapado a base de ácido sulfúrico y una paila de galvanizado. La lámina recubierta se enfría y posteriormente se corta en hojas.

Otro tipo de líneas incluyen varios pasos de oxidación controlada y reducción antes de aplicarle el recubrimiento. La cinta de acero rolado en frío se pasa de los desenrolladores a través de un horno oxidante de flama abierta, el cual sirve como un desengrasante por flama directa, a un horno reductor donde es recocida o normalizada y el óxido formado en el primer horno se reduce. La cinta se enfría en las zonas subsiguientes del horno reductor a una temperatura muy cerca de la del baño de recubrimiento, pasándose entonces por la paila de zinc a través de un conducto de extensión del horno comúnmente llamado nariz, que va hasta un punto ligeramente por debajo de la superficie de metal líquido. Para proveer una atmósfera reductora dentro del horno se alimenta amoníaco disociado a contracorriente del flujo de la cinta.

En la mayoría de las plantas galvanizadoras el material se lava con una solución alcalina, se enjuaga y se seca, se recose y se enfría ligeramente arriba de la temperatura de la paila y se introduce al baño de zinc manteniéndolo protegido por la atmósfera del horno.

El baño se mantiene con una concentración de entre un 0.12 y 0.18 por ciento de aluminio para asegurar una buena adherencia del zinc al acero.

En nuestro caso los rollos de hasta 20 toneladas de peso de acero full hard o rolado en frío se alimenta desde 2 desenrolladores directamente a través de un pinch roll hasta una cizalla escuadradora, la cual sirve para dejar paralelas la punta del rollo que se va a procesar con la cola del rollo que está terminándose de procesar.

Desde la cizalla la cinta avanza hasta la soldadora donde la cola del rollo que se está procesando se una a la punta del siguiente rollo.

Después de la soldadora, la cinta entra a un acumulador el cual permite almacenar cierta cantidad de lámina, necesaria para que el proceso no se detenga al soldar una punta del rollo con la otra, de aquí pasa a la sección de lavado donde los aceites lubricantes del proceso de laminación así como cualquier suciedad en las caras de la cinta se remueve; inmersión y cepillado con una solución alcalina, se utilizan para limpiar la lámina, aunque en algunas líneas se usan lavados electrolíticos en combinación con soluciones alcalinas.

Después del lavado se procede a enjuagar y secar la cinta y se lleva después al equipo subsiguiente mediante la operación de una rienda de tensión al final de la sección de lavado, la cual permite alimentar la lámina al horno de recocido y mantener la tensión de la misma dentro de éste, donde es calentada mediante gas o eléctricamente en diferentes zonas independientemente controladas que permiten que la cinta alcance la temperatura de recocido deseada y entre al baño de zinc a una temperatura ligeramente superior a la de éste.

Una mezcla de amoníaco disociado y nitrógeno se mantiene dentro del horno para prevenir la oxidación de la cinta en proceso.

La salida del horno se prolonga por debajo de la superficie del zinc líquido y los gases, que se introducen en diferentes puntos a lo largo del horno a contra corriente del flujo de la lámina, escapan por la entrada del horno. La presión de la atmósfera dentro de éste se mantiene positiva de 1/2 a 1" de columna de agua.

Una considerable porción del gas se introduce cerca del final de la última zona de enfriamiento para ayudar a enfriar la cinta y asegurar un medio ambiente no oxidante para la cinta y el zinc en el punto del primer contacto.

La paila tiene un rodillo sumergido en el zinc para introducir la cinta en el baño así como 2 rodillos estabilizadores que sirven para controlar la distribución del recubrimiento.

El espesor del recubrimiento se controla por medio de unas cuchillas de aire que inyectan un flujo de aire a presión el cual va en función del espesor del recubrimiento deseado en la lámina.

Después de salir de la paila la lámina se eleva hasta un rodillo colocado en la parte alta de una torre de enfriamiento, en el trayecto de esta se la aplica aire para enfriar la cinta y ayudar a solidificar el recubrimiento de zinc antes de que toque el rodillo superior de la torre.

Posteriormente la cinta pasa a través de un quench para terminar su enfriamiento y poder entrar a una temperatura aceptable al molino acondicionador de superficie (skin pass), el cual tiene por función como su nombre lo dice acondicionar la rugosidad de la superficie para recibir procesos posteriores.

También tiene el proceso un tenso nivelador para asegurar la planeza del material y una pintadora de rodillos que sirve para aplicar pinturas y otro tipo de recubrimientos anticorrosivos.

Por último, antes de enrollar la cinta de nuevo, se pasa por un acumulador de lámina para asegurar la operación de la sección de proceso al sacar un rollo e iniciar el embobinado de uno nuevo y por una cizalla para eliminar las soldaduras que se le aplicaron a la entrada.

Después de todo este proceso se le aplican a la lámina diversas pruebas que aseguren la calidad del recubrimiento, entre ellas están, la de peso de recubrimiento, doblez, lockforming, tensión, copa de Olsen y grano ferrítico.

2.2.- Breve descripción de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) usada para la creación del departamento.

Después de la segunda guerra mundial las industrias japonesas determinaron que para poder competir en los mercados internacionales, deberían mejorar enormemente la calidad de sus productos. Para poder lograr esto, tuvieron que importar de los Estados Unidos técnicas gerenciales y de manufactura y adaptarlas a su propia cultura y circunstancias. Posteriormente sus productos fueron conocidos a través del mundo por su calidad superior y por sus técnicas gerenciales al estilo japonés.

Para mejorar el mantenimiento del equipo, Japón importó el concepto de Mantenimiento Preventivo (MP) de los Estados Unidos, después importó el concepto de Mantenimiento Productivo (también MP), ingeniería confiable y otros conceptos similares. Lo que llamamos TPM es mantenimiento productivo al estilo americano, modificado y adaptado a la industria japonesa.

En las compañías americanas las cuadrillas de mantenimiento ejecutan todo el mantenimiento de la planta bajo el concepto de “yo reparo - tu operas”, en contraste las corporaciones japonesas han modificado el MP americano de tal manera que todos los empleados deben participar.

Mantenimiento Productivo Total (TPM), definido como el mantenimiento productivo implementado está basado en el principio de que el mejoramiento del equipo debe involucrar a todos en la organización, desde los operadores hasta la alta administración.

La clave del TPM es que los operadores desarrollen el mantenimiento básico en sus propios equipos. Ellos mismos mantienen sus máquinas en buenas condiciones y desarrollan su habilidad para detectar problemas potenciales antes de que se generen fallas.

TPM es mantenimiento productivo llevado a cabo por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos. Así como TQC involucra a la totalidad de la compañía en el control total de la calidad, TPM es el mantenimiento del equipo desarrollado en base a la totalidad de la compañía.

El termino TPM definido en 1971 por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas incluye los siguientes logros:

- 1.- Máxima efectividad del equipo.
- 2.- Desarrollo de un sistema de mantenimiento productivo para la vida total del equipo.
- 3.- Involucra a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen el equipo en la implementación del TPM.
- 4.- Activamente involucra a todos los empleados, desde la alta dirección hasta el trabajador de piso.
- 5.- Promueve el TPM a través de las actividades de pequeños grupos autónomos.

El término Total en “Mantenimiento Total Productivo” tiene tres significados referentes a tres importantes características del TPM:

- ✓ Efectividad total: Eficiencia económica.
- ✓ Total MP: Prevención del mantenimiento y actividades para mejorar la mantenibilidad así como el mantenimiento preventivo.
- ✓ Total participación : Mantenimiento autónomo por los operadores y actividades de pequeños grupos en todos los departamentos y a todos los niveles.

TPM tiene una meta doble, cero paros de equipo y cero defectos. Cuando los paros de línea y los defectos se eliminan, se mejoran los rangos de operación del equipo, los costos se reducen, el inventario puede ser minimizado y como consecuencia la productividad de la mano de obra se incrementa.

CAPITULO 3

Descripción del equipo y su requerimiento de mantenimiento.

3.1.- Carro portarrollos de entrada.

Son los dos carros que proveen la carga a los 2 desenrolladores moviendo los rollos desde el almacén de materia prima hasta el mandril del desenrollador.

Su construcción es de placas de acero soldadas y están diseñados para trabajar a nivel de piso. El sistema de elevación está sujeto al chasis del carro a través de un mecanismo tipo tijera. El chasis está montado sobre cuatro ruedas de acero, dos de las cuales son motrices.

El sistema de elevación, así como el de traslación es mediante potencia hidráulica suministrada por una bomba de engranes, válvulas direccionales y motores hidráulicos para mover la traslación y actuadores lineales para la elevación.

La superficie superior del carro, que soporta los rollos esta recubierta de tacones de nylon para proteger las vueltas exteriores del rollo.

El control es a través de válvulas hidráulicas activadas por solenoide de 110 VAC. El tablero de control, arrancador del motor, transformador y sistema de protección térmico de sobrecarga se encuentran montados en el chasis del carro, el cual tiene montados 2 reeles uno para control y otro de fuerza. Todo el sistema de control esta conectado a un PLC Automax de Reliance.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Verificar que no haya fugas en tuberías y conexiones.	Mensual
Lubricación general del carro.	Semanal
Verificar presiones y niveles de aceite.	Mensual
Revisión de válvulas, pistones, motores, bombas, catarinas, cadenas.	Mensual
Verificación de arrancadores, terminales eléctricas, motores, reeles, cableados, reveladores, etc.	Mensual
Verificación de tarjetas y módulos de entradas y salidas.	Mensual
Verificar los switch límite, operación y montaje.	Mensual
Limpieza de terminales y peines de conexión.	Mensual

3.2.- Desenrolladores

El housing principal está construido de placa de acero soldada con todos los refuerzos necesarios para rigidizar la estructura. El eje principal está soportado sobre baleros de rodillos lubricados con grasa antifricción.

Consta de un mandril expandible para sujetar el diámetro interior de los rollos. La expansión se lleva a cabo mediante un cilindro hidráulico que opera una barra de empuje en el eje, su rango de expansión es de 18" a 20" de diámetro.

Una caja de engranes integral dá al conjunto la reducción de velocidad necesaria. El housing completo del desenrollador está montado sobre las guías maquinadas de bronce de una sub-base de acero la cual es ajustable lateralmente $\pm 6''$ para el centrado del rollo por medio de un cilindro hidráulico.

Un limit switch para detectar el movimiento vertical previene que el carro porta rollos ejerza una fuerza excesiva en el housing del mandril.

El desenrollador está equipado con un motor de corriente directa que sirve tanto para alimentar la lámina a los equipos subsecuentes como para mantener la tensión adecuada en la línea.

El control está dado por un PLC Automax de Reliance que controla entre otras variables la inercia del rollo en función del diámetro, la tensión de la línea en función del calibre y ancho de la cinta, la velocidad de rotación en función de la velocidad lineal de la cinta.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Lubricación general.	Semanal
Verificación de apriete de los segmentos del mandril	Mensual
Inspección de tuberías, mangueras y conexiones hidráulicas.	Mensual
Verificación del funcionamiento de válvulas hidráulicas.	Mensual
Verificación del limit switches, montaje, operación, etc.	Mensual
Verificación de operación, fugas, etc., de los cilindros hidráulicos.	Mensual
Revisión de coples, retenes, baleros, engranes y tornillería.	Trimestral
Revisión de conmutadores, conexiones, cargas, escobillas, ventiladores de los motores.	Mensual
Revisión de arrancadores, cableados, tarjetas, drives, módulos de entradas y salidas.	Mensual
Limpieza de terminales y peines de conexión.	Mensual

3.3.- Rodillo de presión No. 1

El housing del rodillo de presión No. 1 está construido de placa de acero y aloja los 2 rodillos de que consta el conjunto, su función es la de alimentar la punta de la lámina proveniente del desenrollador a los equipos subsecuentes, está formado por 2 rodillos de 8" de diámetro de acero tubular cromado montados sobre chumaceras de rodillos a rótula y operados mediante 2 actuadores hidráulicos, para abrir o cerrar, el giro está dado por un motor hidráulico regulado a la velocidad de enhebrado de la línea y operado por válvulas hidráulicas.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Lubricación general.	Semanal
Inspección de mangueras, tuberías y conexiones hidráulicas.	Mensual
Inspección de rodillos por excesivo desgaste en cuerpo y ahulado.	Mensual
Inspección del motor hidráulico y coples por fugas, ruidos y desgastes.	Mensual
Revisión de válvulas hidráulicas, operación, bobinas, conexiones.	Mensual

3.4.- Cizalla doble

La función de la cizalla doble es la de cortar el material fuera de calibre que traen las puntas y colas de los rollos.

La unidad consiste en 2 cizallas montadas una sobre otra, el housing y la base están fabricadas de placa de acero soldada. Las cuchillas superiores son fijas y las inferiores están guiadas por guías de bronce lubricadas con grasa antifricción y operadas mediante actuadores hidráulicos. Ambas cuchillas superiores e inferiores están provistas de 4 filos.

Su capacidad es de hasta 0.100" y puede ejecutar hasta 10 cortes por minuto.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Lubricación general.	Semanal
Inspección de mangueras, tuberías y conexiones hidráulicas.	Mensual
Inspección de rodillos por excesivo desgaste en cuerpo y ahulado.	Mensual
Inspección del motor hidráulico y coples por fugas, ruidos y desgastes.	Mensual
Revisión de válvulas hidráulicas, operación, bobinas, conexiones.	Mensual

3.5.- Soldadora de puntas y colas

La función de la soldadora de puntas y colas es la de unir el final del rollo que se está procesando con la punta del siguiente, proporcionando a la unión soldada la suficiente resistencia para que soporte la tensión generada por las diferentes riendas de la línea.

Está construida de placa de acero soldada y consta de los siguiente elementos mecánicos entre otros:

- Rodillo soporte de entrada de lámina.
- Clamp de fijación de entrada con movimiento longitudinal y lateral.
- Cizalla escuadradora doble.
- Punzón simple para identificación de posición de soldadura.
- Carro de soldado movido por un tornillo sin fin.
- Frame del carro que contiene transformador de soldado, bus secundario, cabezas soldadoras superior e inferior y rodillos aplanadores acondicionadores de soldadura.
- Estación de operación de acero inoxidable montada sobre la máquina.
- Lubricación centralizada operada por una bomba manual.
- Rodillos acondicionadores de soldadura operados por motor neumático.
- Cilindros neumáticos.

El tipo de la soldadora es C-Flat Narrow Lap, 54" de ancho, con capacidad para soldar espesores hasta de 0.100", el esfuerzo de tensión de la soldadura es del 100% y el rango de traslape de las puntas es desde 0.5 mm. hasta 4mm.

El diámetro de los discos de soldado es de 279 mm., la fuerza de soldado es ajustable desde 500 hasta 2600 libras, todo el sistema es enfriado con agua destilada a un gasto de 11.5 GPM con una temperatura máxima de 40° centígrados con un pH de entre 7 y 9, máximo contenido de cloruros de 20 ppm, máximo contenido de nitratos de 10 ppm, máximo contenido de sulfatos de 100 ppm, máximo contenido de sólidos en suspensión de 250 ppm. y máximo contenido de carbonatos de calcio de 250 ppm.

Como parte del equipo eléctrico de esta máquina están:

- Una terminal para programación del PLC.
- Transformador de corriente alterna monofásico.
- Cambiador de taps del transformador.
- Válvulas solenoides para el control de movimientos.
- Sistemas de soldado automático de 3 botones.
- Control de soldado de AC de estado sólido, con SCR's enfriados por agua para proporcionar una soldadura de un solo paso.
- Motor de CD para el movimiento transversal de las cabezas de soldado.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

	<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
	Lubricación general	Semanal

Inspección de mangueras, tuberías y conexiones hidráulicas.	Mensual
Inspección de rodillos por excesivo desgaste en cuerpo y ahulado.	Mensual
Inspección de motor hidráulico y coples por fugas, ruidos y desgastes.	Mensual
Revisión de válvulas hidráulicas, operación, bobinas, conexiones.	Mensual
Cambio de discos de soldado.	Quincenal
Verificación de operación del sistema de enfriamiento	Mensual
Revisión del sistema neumático: válvulas, cilindros, reguladores, filtros, lubricadores etc.	Mensual
Revisión de los filos de la cizalla.	Mensual
Revisión de las cabezas soldadoras.	Mensual
Limpieza de clamps de sujeción.	Semanal

3.6.- Riendas de tensión Nos. 1,2,3,4,5 y 6

Estas riendas constituidas por una base de acero estructural soldado la cual soporta los baleros y el ensamble de los rodillos.

Las riendas constan de 2 rodillos motrices y dos apisonadores que deben sujetar y mantener la tensión de la lámina que se encuentra entre dos de ellas. La rienda 1 se encuentra entre la soldadora y el acumulador de entrada, la rienda 2 se encuentra entre el horno y la sección de lavado, la rienda 3 se encuentra entre la paila y el molino, la rienda 4 entre el molino y el nivelador, la rienda 5 entre el nivelador y el acumulador de salida y la rienda 6 entre el acumulador de salida y el enrollador y sirven para mantener la tensión de la lamina entre cada una de las secciones, los apisonadores son operados mediante 4 actuadores neumáticos.

Los rodillos son motrices y están accionados por un motor eléctrico de CD acoplado a un reductor de velocidad y controlado por un drive Reliance cada uno.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricación general.	Semanal
Verificar que no existan fugas de aire en cilindros, tuberías, conexiones y mangueras.	Mensual
Verificación de condiciones de los coples y rodillos.	Mensual
Revisión de conmutador, escobillas, ventilador y conexiones al motor.	Mensual
Revisión de drive, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual

3.7.-Alineadores Nos. 1.2.3.4.5 y 6

Estos Alineadores tiene como función mantener la cinta al centro de la línea.

Es una unidad de 2 rodillos de 16" de diámetro de acero cromado montados sobre un bastidor pivoteado que puede mover la cinta 6" en cualquier dirección a los lados del centro mediante un actuador hidráulico controlado por un sistema hidráulico por medio de servoválvulas de control inductivo, que sensa la posición de la cinta y la posiciona al centro de la línea.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricación general.	Semanal
Verificar que no existan fugas de aceite en cilindros, tuberías, conexiones y Mangueras.	Mensual
Verificación de condiciones de los rodillos.	Mensual
Revisión de servoválvula, bomba, filtros, ventilador y motor.	Mensual
Revisión de control, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual
Revisión de los indicadores remotos.	Mensual

3.8.- Acumuladores de entrada y salida.

Los acumuladores están diseñados para acumular lámina durante la operación normal de la línea y posteriormente alimentarla al proceso cuando se hace necesario montar un nuevo rollo en la entrada, o sacar uno en la salida.

Consta de 2 camas de rodillos, una fija y otra móvil las cuales constan de 10 y 9 rodillos respectivamente y tienen la capacidad para proporcionar lámina a la línea durante 132 segundos a máxima velocidad y son movidos por un motor de corriente directa controlado por un drive de CD Automax y un reductor de velocidad y por mecanismo de elevación cuenta con cadenas de tracción.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricación general.	Semanal
Verificar funcionamiento de los switch limites que detectan la posición de la cama.	Mensual
Verificación de condiciones de los rodillos.	Mensual
Revisión de motor, reductor y cadenas de elevación.	Mensual
Revisión de control, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual
Revisión de los indicadores remotos.	Mensual
Verificar las condiciones de los coples del motor y reductor de velocidad.	Mensual
Verificar las condiciones del cuerpo de los rodillos y de las chumaceras.	Mensual
Verificar las condiciones de los frenos de protección contra ruptura de lámina.	Mensual
Válvulas neumáticas y tuberías.	Mensual

3.9.- Sección de Lavado.

En esta sección la cinta se limpia de impurezas, grasas y aceites que pueda traer de procesos anteriores, la unidad consta de un tanque de inmersión con solución alcalina a 60° centígrados, tanque de cepillos con 2 unidades cepilladoras superiores e inferiores con aspersion de solución alcalina y finalmente 2 unidades de enjuagues con agua limpia a 60° centígrados que retira los residuos de solución antes de secarse.

Su construcción de acero al carbón con rodillos exprimidores recubiertos de hypalon, cepillos de nylon motorizados y sistema de espreado a presión de acero inoxidable.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricacion general.	Semanal
Verificar funcionamiento de los switch límites que detectan la posición de los rodillos y cepillos.	Mensual
Verificación de condiciones de los rodillos y cepillos.	Mensual
Revisión del motor, reductor y cilindros de elevación.	Mensual
Revisión de control, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual
Revisión de indicadores remotos.	Mensual
Verificar las condiciones de los coples motores y reductores de velocidad.	Mensual
Verificar las condiciones del cuerpo de los rodillos y de las chumaceras.	Mensual
Verificar las condiciones y temperatura de las chumaceras de los cepillos.	Diario

3.10.- Horno de recocido.

En este horno se le dan las propiedades mecánicas al material antes de serle aplicado el recubrimiento. Consta de 4 zonas de calentamiento y una de enfriamiento controlados para limpiar a lamina de impurezas acumuladas por las soluciones de rolado provenientes de las líneas de laminación en frío, en su primera sección, se lleva a cabo una combustión incompleta de gas manteniendo la atmósfera para evitar la oxidación y en la segunda y tercera sección se baja la temperatura a una tal que sea ligeramente mayor a la del baño de zinc para asegurar su buena adherencia.

Su construcción es de placas de acero soldadas recubiertas en su interior por dos capas de diferentes ladrillos aislantes y refractarios. Consta de 12 quemadores de fuego directo para calentamiento en su primera sección, de 22 tubos radiantes en su segunda sección, en la tercera un sistema de calentamiento para resistencias eléctricas y la cuarta es una sección de mantenimiento de temperatura y una zona de enfriamiento por jet coolings para su control de temperatura. Tiene 22 rodillos motorizados para soportar la catenaria de la lámina dentro del horno y al final de éste se encuentra la nariz donde se direcciona la

lámina hacia la paila a través de un rodillo deflector. Todo el trayecto de la lámina dentro del horno se lleva a cabo en una atmósfera formada por hidrógeno y nitrógeno que es proporcionada por una línea de nitrógeno a presión y por amoníaco disociado.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricación general.	Semanal
Verificar funcionamiento de las uniones rotativas.	Mensual
Verificación de condiciones de los rodillos.	Mensual
Revisión de motor, reductor y bandas de transmisión.	Mensual
Revisión de control, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual
Revisión de los indicadores remotos.	Mensual
Verificar las condiciones de los coples del motor y reductor de velocidad.	Mensual
Verificar las condiciones del cuerpo de los rodillos y de las chumaceras.	Mensual
Verificar las condiciones de los frenos de protección contra ruptura de lámina, válvulas neumáticas y tuberías.	Mensual
Verificar la carburación de los quemadores.	Mensual
Verificar el funcionamiento de los ventiladores.	Mensual
Verificar el sistema de enfriamiento.	Mensual

3.11.- Paila.

La paila es el equipo donde se lleva a cabo la aplicación del recubrimiento, en nuestro caso este equipo es un moderno horno de inducción el cual está compuesto por un frame metálico que aloja la bobina principal, los polos alineadores de flujo y el recubrimiento cerámico que estará en contacto directo con el metal líquido.

La paila tiene equipo de potencia que le permite aplicar hasta 2000 Kw. a la bobina con los consecuentes resultados de aplicación de energía al metal para llevarlo a una temperatura de operación de 465° centígrados. Adicionado a la paila se encuentran los accesorios que es el equipo que permite cambiar la trayectoria de la lámina dentro de la paila para sacarla ya con el recubrimiento y además regular el espesor de la capa de zinc en la cinta.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Verificar el funcionamiento de los UDC's.	Semanal
Verificar el funcionamiento de los medidores de presión y temperatura del agua de enfriamiento.	Mensual
Verificación de condiciones de las bombas de enfriamiento.	Mensual
Revisión de motor, reductor y tronillos de elevación de las cuchillas.	Mensual
Revisión de control, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual
Revisión de los indicadores de posición de las cuchillas.	Mensual

Verificar las condiciones de los coples de los motores y ventiladores.	Mensual
Verificas las condiciones del cuerpo de los rodillos de fondo y estabilizadores de las chumaceras	Quincenal
Verificar el apriete de los tornillos de los shunts de la bobina,	Trimestral
Verificar que la corriente de fuga del refractario este por debajo de los 50mA.	Mensual
Verificar las condiciones químicas del agua de enfriamiento de control potencia.	Mensual

3.12.- Sistema de post-enfriamiento

Este sistema consta de 5 ventiladores y un quench de enfriamiento por agua, los cuales ayudan a bajar la temperatura de la lámina después de que sale de la paila de 46.5 grados a temperatura ambiente.

Los ventiladores son centrífugos y se mueven por medio de un motor de CA con un drive variador de frecuencia para regular su velocidad a la que se requiera de acuerdo con el producto que se está procesando.

El quench de enfriamiento es un compartimiento cerrado con espreas de aspersion que rocían la lámina con una cortina de agua proveniente de un sistema de enfriamiento y proporciona el flujo de agua necesario para el enfriamiento final de la lámina.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricación general.	Semanal
Verificar funcionamiento de las boquillas de aire.	Mensual
Verificación de condiciones de los ventiladores.	Mensual
Revisión de los motores y transmisiones de banda.	Mensual
Revisión de control, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual
Revisión de los indicadores remotos y controles de flujo.	Mensual
Verificar las condiciones de las poleas.	Mensual
Verificar las condiciones del cuerpo de las volutas.	Mensual
Verificar las condiciones de la ductería, espreas, rodillos exprimidores, bombas, intercambiadores de calor, válvulas y tuberías.	Mensual

3.13.- Molino skin pass

El molino acondicionador de superficie es un 4Hi de 350 Tons. A 2000 psi con crown in y crown out hidráulico y rodillos de apoyo motrices.

La fuerza de laminación del molino está dada por 2 cilindros hidráulicos de 350 toneladas a 2000psi. Los rodillos de trabajo son de 15.750" de diámetro y los de apoyo de

27.750" de diámetro. El detector de fuerza es un transductor de presión. Cuenta con 2 cepillos limpiadores para los rodillos de trabajo, oscilantes y con movimiento transversal.

La motorización de los rodillos de apoyo es por medio de 2 motores de CD controlados por drives Automax y un PLC para los diferentes modos de operación como son, control a fuerza de rolado constante y control a elongación constante.

El molino está preparado para trabajar en forma húmeda, para lo cual tiene instalados dos cabezales de espreas de acero inoxidable, uno inferior y otro superior que rocían un chorro de agua a la lámina para eliminar las partículas de zinc que se desprenden durante el proceso de rolado.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricacion general.	Semanal
Verificar funcionamiento de las boquillas de agua.	Mensual
Verificación de condiciones de las tuberías, mangueras y conexiones hidráulicas.	Mensual
Revisión de los motores y transmisiones de banda.	Mensual
Revisión de control, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual
Revisión de los indicadores remotos y controles de flujo.	Mensual
Verificar las condiciones de las poleas.	Mensual
Verificar las condiciones del cuerpo de los chocks.	Mensual
Verificar las condiciones de rodillos de trabajo, apoyo, exprimidores, bombas, intercambiadores de calor, válvulas y tuberías del sistema hidráulico.	Mensual
Verificar los set points de presión de las servoválvulas.	Mensual
Verificar las señales de salida de voltaje y corriente del control.	Mensual

3.14.- Nivelador.

El equipo consiste en 2 unidades de preflex, una de anti cross bow y una de anti roll set, todas ellas son retráctiles fuera de la máquina para mantenimiento.

Las tres unidades cuentan con posicionadores verticales controlados por motores de corriente directa a través de encoders, la apertura rápida está dada por cilindros hidráulicos.

Las unidades de nivelación cuentan con rodillos de trabajo de 0.878" de diámetro y son de acero cromado. La unidad de anti crossbow con rodillos de trabajo de 2.910" de diámetro.

Todos los rodillos son de acero especial endurecido a 90 shore y cromados. Todos ellos montados sobre baleros de precisión.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricación general.	Semanal
Verificar funcionamiento de las boquillas de agua.	Mensual
Verificación de condiciones de las tuberías, mangueras y conexiones hidráulicas.	Mensual
Revisión de los motores.	Mensual
Revisión de control, tarjetas, conexiones, contactores, etc.	Mensual
Revisión de los indicadores remotos.	Mensual
Verificar las condiciones de los coples.	Mensual
Verificar las condiciones del cuerpo de los rodillos deflectores.	Mensual
Verificar las condiciones de rodillos de trabajo, apoyo, exprimidores.	Mensual
Verificar las condiciones de los rodamientos de los rodillos de trabajo.	Mensual
Verificar las señales de salida de voltaje y corriente del control.	Mensual
Verificar la condición de la superficie de los rodillos de trabajo.	Mensual

3.15 Cizalla de salida.

Esta cizalla es un equipo que consta de una hoja superior y una inferior montadas sobre guías de bronce y operadas directamente por cilindros hidráulicos, ambas hojas están provistas de cuatro filos de corte.

Puede efectuar hasta 10 cortes por minuto en lámina de 60" de ancho y hasta un grueso de 0.100".

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricacion general	Semanal
Verificación de condiciones de las tuberías, mangueras y conexiones hidráulicas.	Mensual
Verificar las condiciones de los cilindros hidráulicos.	Mensual
Verificar los set points de presión de las válvulas.	Mensual

3.16.- Enrollador.

El enrollador es el equipo que sirve para rebobinar la cinta después que pasó por todo el proceso.

Cuenta con un motor de CD, un reductor de velocidad y mandrel de arreglo similar al de los desenrolladores, es de 4 segmentos maquinados para dar una expansión de 18" y con una manga de hule de 1" de espesor para proteger las primeras vueltas del rollo, lo cual nos da un diámetro final de 20" que es un estándar.

Este equipo trae adicionado un belt wrapper cuya función es la de auxiliar en el enrollado de las primeras vueltas ya que este tipo de enrolladores no cuenta con griper para tensionar la punta del rollo.

Dentro del mantenimiento requerido para este equipo se encuentra el siguiente:

<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>
Efectuar lubricación general.	Semanal
Verificar funcionamiento de los sensores de posición.	Mensual
Verificación de condiciones de las tuberías, cilindros, mangueras y conexiones hidráulicas.	Mensual
Revisión del motor.	Mensual
Revisión del control, tarjetas, conexiones, contactores.	Mensual
Revisión de los indicadores remotos.	Mensual
Verificar las condiciones del cople.	Mensual
Verificar las condiciones del cuerpo de los rodillos.	Mensual
Verificar las condiciones de los gajos del mandrel así como las guías y tornillería..	Mensual
Verificar las condiciones de los rodamientos de los rodillos.	Mensual
Verificar las señales de salida de voltaje y corriente del control.	Mensual
Verificar las condiciones de las guías de bronce.	Mensual

3.17.- Carro de rollos de salida.

Este equipo es similar a los carros de rollos de la entrada y por lo tanto sus necesidades de mantenimiento son las mismas.

Todo este equipo está controlado por un sistema de control distribuido que consta de 5 estaciones sigma conectadas en un hub de fibra óptica que a su vez está conectado a un servidor que envía y recibe datos de los 18 PLC's para operar como interface hombre-máquina.

Estos 18 PLC's controlan el estado de cada una de las variables del proceso y además la operación de los sistemas de bombeo, motorización, presión, flujo, revoluciones, velocidad de línea, carga de motores, posición de los acumuladores, temperatura de los hornos, etc.

CAPITULO 4

Organigrama del departamento y descripción de puestos.

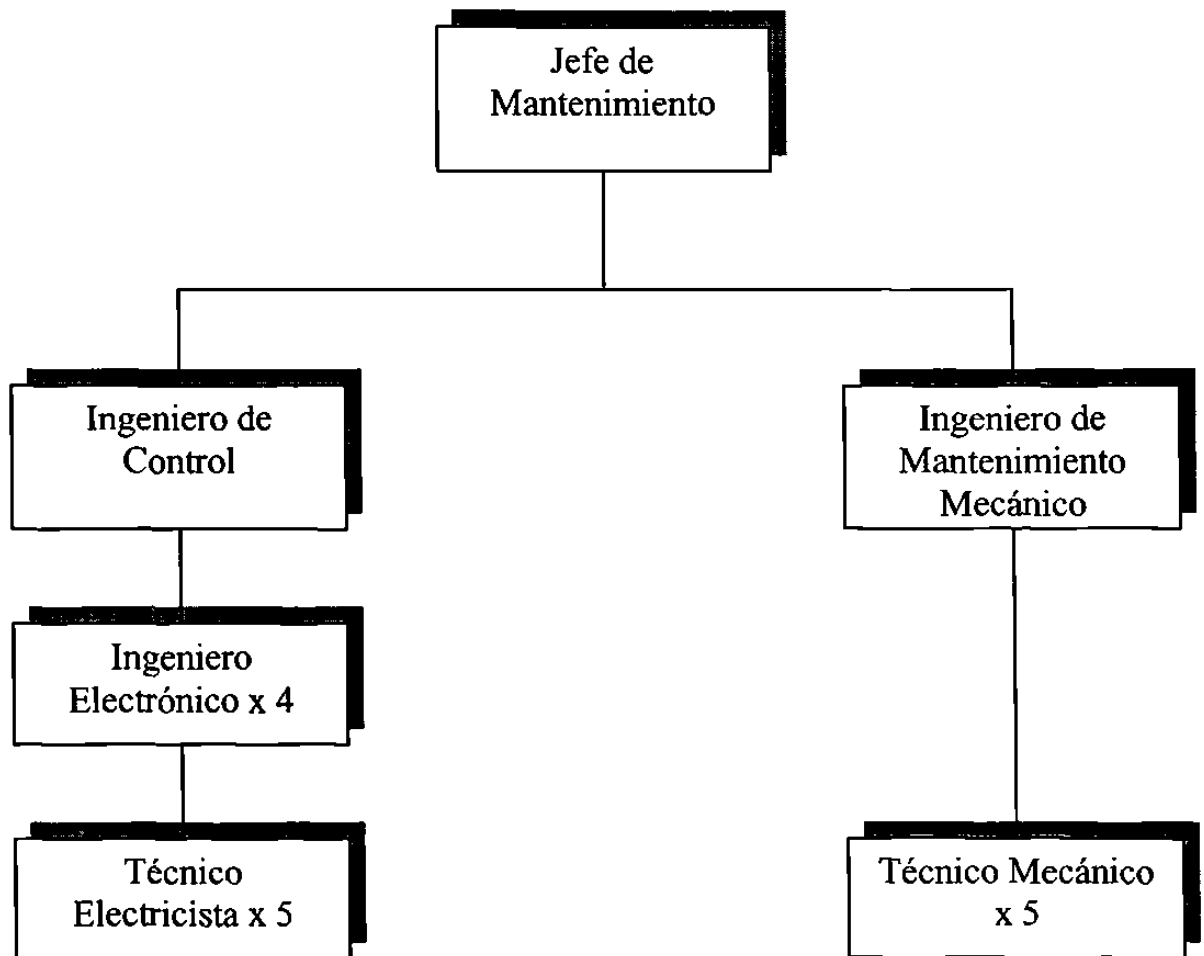
4.1.- Organigrama.

Como la planta se conceptualizó con la filosofía TPM se considera que una cantidad considerable del mantenimiento básico a los equipos se efectuará por los operadores, la fuerza de mantenimiento requerida para cumplir con las recomendaciones del proveedor de la maquinaria es mínima.

Las cantidades de personal requeridas de acuerdo a los requerimientos considerados en el capítulo anterior nos llevan a una fuerza laboral de:

- 1 Jefe de mantenimiento.
- 1 Ingeniero de mantenimiento mecánico.
- 1 Ingeniero de control.
- 4 Ingenieros en electrónica.
- 5 Técnicos electricistas.
- 5 Técnicos mecánicos.

De esta fuerza laboral del departamento de mantenimiento los 10 técnicos mecánicos y electricistas son personal sindicalizado que ejecuta directamente los trabajos de mantenimiento especializado, el resto es personal de apoyo técnico y administrativo del departamento, por ejemplo, los ingenieros electrónicos son los encargados de dar apoyo al técnico electricista en el análisis de fallas y solución de problemas en el equipo electrónico de estado sólido como son drives de DC y AC, el ingeniero de control y computación es el encargado de atender todo lo referente a programación de PLC's y control, y el ingeniero de mantenimiento mecánico da soporte y apoyo al personal técnico mecánico, además de llevar los diferentes reportes del departamento, como lo veremos en la descripción de los puestos.



4.1.- Descripción de puestos.

4.2.1.-Jefe de Mantenimiento.

Función Básica:

Planear, dirigir y controlar las operaciones preventivas y correctivas mecánicas, eléctricas y electrónicas del área de mantenimiento requeridas para que la maquinaria, el equipo y las instalaciones de la planta sean mantenidas en óptimas condiciones de mantenimiento y optimizar el aprovechamiento de la mano de obra del departamento. Vigilar que se cumplan los Sistemas y Procedimientos de Seguridad establecidos tendientes a preservar la integridad del personal y las instalaciones.

Funciones Principales:

- 1.- Definir con la gerencia de operaciones los objetivos, políticas y procedimientos que normarán las actividades de la Jefatura de Mantenimiento,
- 2.- Comunicar al personal de los puestos subordinados los objetivos, políticas y procedimientos que regirán en las áreas a su cargo.
- 3.- Planear en conjunto con el gerente de operaciones las necesidades de Recursos Humanos y Materiales para el funcionamiento, desarrollo y proyección del área de Mantenimiento.
- 4.- Implementar la Organización aprobada para el área de mantenimiento vigilando que se cumpla con las funciones y responsabilidades asignadas a los diferentes puestos y evaluar en forma constante la funcionalidad de la misma, a fin de proponer los cambios y modificaciones necesarias para mantenerla trabajando en forma eficiente.
- 5.- Participar en la elaboración del presupuesto de mantenimiento, controlar el uso del mismo y explicar las variaciones significativas.
- 6.- Revisar los programas diarios de mantenimiento, a fin de determinar adecuadamente las prioridades, materiales, refacciones, equipos, herramientas especiales, mano de obra y tiempo estimado.
- 7.- Coordinar y controlar la ejecución de los trabajos. Revisar que las refacciones y materiales que se utilicen sean las mas adecuadas para los equipos, así como la calidad de las misma y de los trabajos.
- 8.- Coordinar y controlar la implementación de los programas de mantenimiento preventivo y de conservación de los equipos, maquinaria e instalaciones de la planta.
- 9.- Vigilar que en el área a su cargo se trabaje adoptando las normas de seguridad establecidas y utilizando el equipo reglamentario.
- 10.- Participar con el Jefe de Almacén en la determinación y actualización de los máximos y mínimos del sistema de inventarios de refacciones y materiales del áreas de mantenimiento.
- 11.- Buscar reducir en forma constante los Costos de Mantenimiento a través de un mejor control de los recursos disponibles, el uso de mejores materiales y refacciones y a la optimización de los tiempos de mano de obra asignados a los diferentes trabajos.
- 12.- Autorizar los cambios, modificaciones y mejoras a la maquinaria y equipo con la finalidad de disminuir la gravedad y la frecuencia del mantenimiento.
- 13.- Vigilar la existencia de planos y dibujos sobre maquinaria y piezas del área a su cargo y solicitar la elaboración de los mismos cuando no se cuente con ellos o estén deteriorados.
- 14.- Controlar el tiempo extra autorizado al personal en sus áreas respectivas para la ejecución de trabajos de emergencia.
- 15.- Fomentar el constante desarrollo y superación del personal del área, solicitando y proponiendo los programas de actualización y capacitación necesarios y acordes con el presupuesto autorizado.
- 16.- Proporcionar asesoría técnica a su personal subordinado impartiendo cursos acerca del conocimiento del equipo instalado así como de otros temas técnicos.
- 17.- Participar y colaborar con el departamento de compras en la selección de proveedores y/o contratistas para la asignación de trabajos especiales de mantenimiento o

reparaciones y la elaboración del directorio de proveedores y sugerir las altas o bajas que sean necesarias de acuerdo a la calidad de los trabajos realizados.

18.- Coordinar la supervisión de los trabajos de los contratistas y comprobar la calidad de los mismos.

19.- Mantener motivado el personal a su cargo, de tal forma que cumplan satisfactoriamente con sus funciones y responsabilidad.

20.- Colaborar con el departamento de Relaciones Industriales en la solución de los problemas laborales suscitados en el área de mantenimiento.

21.- Analizar y estudiar los informes periódicos sobre la actuación de mantenimiento, comprobando que la reducción de fallas, la eficiencia de la mano de obra y la reducción del costo de mantenimiento estén dentro de los objetivos fijados.

22.- Elaborar los reportes propios de su puesto y los que le sean solicitados por su jefe inmediato. Auxiliar a la gerencia de operaciones en todas las actividades que se le solicitan.

4.2.2.- Ingeniero de Control

Función Básica:

Supervisar, registrar y controlar la ejecución de los trabajos de mantenimiento eléctrico y electrónico, tanto preventivos como correctivos de la maquinaria, equipos e instalaciones de la planta. Responsable de que se realicen con la eficiencia y calidad requerida y de que se obtenga el mejor aprovechamiento de la mano de obra. Vigilar que se sigan los procedimientos y las medidas de seguridad establecidas.

Funciones Principales:

- 1.- Conocer con el jefe de mantenimiento los objetivos, políticas y procedimientos que regirán las actividades del área de mantenimiento eléctrico y electrónico.
- 2.- Obtener los programas de mantenimiento eléctrico y electrónico generados por el sistema de administración de mantenimiento, revisar que estos sean factibles de realizarse y en caso contrario negociar y tramitar los cambios pertinentes a través de su jefe inmediato.
- 3.- Asignar trabajos al personal subordinado para cumplir con el Programa Diario de trabajo de Mantenimiento a los equipos, maquinaria e instalaciones de la planta.
- 4.- Decidir los cambios al Programa Diario de Trabajo en casos de emergencia.
- 5.- Responsabilizarse de la realización del mantenimiento Eléctrico y Electrónico, tanto Preventivo como Correctivo, a la maquinaria, equipo e instalaciones de la planta.
- 6.- Vigilar que el personal utilice el equipo de seguridad adecuado y trabaje dentro de las normas de seguridad establecidas.

- 7.- Supervisar que los trabajos sean realizados con los materiales, refacciones y herramientas adecuados, en el tiempo estimado y con la calidad requerida.
- 8.- Retroalimentar al Sistema de Administración de Mantenimiento de la información requerida para actualizarse.
- 9.- Realizar recorridos a la planta con la finalidad de detectar fallas inminentes y programar los trabajos en caso de no ser emergencias, y si lo son, atacarlas inmediatamente.
- 10.- Mantener comunicación continua con el personal responsable del área productiva para conocer las condiciones de trabajo de los equipos.
- 11.- Informar al jefe de mantenimiento los problemas principales que se presenten en la Planta.
- 12.- Participar en la revisión periódica de la herramienta asignada al personal obrero.
- 13.- Solicitar al Jefe de Mantenimiento asesoría técnica en la ejecución de trabajos especiales o difíciles.
- 14.- Mantener limpias y en orden las áreas de trabajo.
- 15.- Elaborar el reporte de asistencia diaria del personal y decidir cuando sea necesario que permanezca tiempo extra.
- 16.- Elaborar los reportes propios del puesto y los que le sean solicitados.
- 17.- Mantener motivado al personal a su cargo, con el fin de obtener el máximo provecho de este recurso.

4.2.3.-Ingeniero de Mantenimiento Mecánico

Función Básica:

Supervisar, registrar y controlar la ejecución de los trabajos de mantenimiento mecánico y de lubricación, tanto preventivos como correctivos de la maquinaria, equipos e instalaciones de la planta. Responsable de que se realicen con la eficiencia y la calidad requerida y de que se obtenga el mejor aprovechamiento de la mano de obra. Vigilar que se sigan los procedimientos y las medidas de seguridad establecidas.

Funciones Principales:

- 1.- Conocer con el Jefe de Mantenimiento los objetivos, políticas y procedimientos que regirán las actividades del área de mantenimiento mecánico.
- 2.- Obtener los programas de mantenimiento mecánico y lubricación generados por el sistema de administración de mantenimiento, revisar que estos sean factibles de realizar y en caso contrario negociar y tramitar los cambios pertinentes a través de su jefe inmediato.
- 3.- Asignar trabajos al personal subordinado para cumplir con el Programa Diario de Trabajo de Mantenimiento a los equipos, maquinaria e instalaciones de la planta.
- 4.- Decidir los cambios al Programa Diario de Trabajo en casos de emergencia.

5.- Responsabilizarse de la realización del Mantenimiento Mecánico, tanto Preventivo como Correctivo a la maquinaria, equipo e instalaciones de la Planta.

6.- Vigilar que el personal utilice el equipo de seguridad adecuado y trabaje dentro de las normas de seguridad establecidas.

7.- Supervisar que los trabajos sean realizados con los materiales, refacciones y herramientas adecuados, en el tiempo estimado y con la calidad requerida.

8.- Retroalimentar al Sistema de Administración Mantenimiento de la información requerida para actualizarse.

9.- Realizar recorridos a la planta con la finalidad de detectar fallas inminentes y programar los trabajos en caso de no ser emergencias, y si lo son, atacarlas inmediatamente.

10.- Mantener comunicación continua con el personal responsable del área productiva para conocer las condiciones de trabajo de los equipos.

11.- Informar al Jefe de Mantenimiento los problemas principales que se presenten en la Planta.

12.- Participar en la revisión periódica de la herramienta asignada al personal obrero.

13.- Solicitar al Jefe de Mantenimiento asesoría técnica en la ejecución de trabajos especiales o difíciles.

14.- Mantener limpias y en orden las áreas de trabajo.

15.- Elaborar el reporte de asistencia diaria del personal y decidir cuando sea necesario que permanezca tiempo extra.

16.- Elaborar los reportes propios del puesto y los que le son solicitados.

17.- Mantener motivado al personal a su cargo, con el fin de obtener el máximo provecho de este recurso.

4.2.4.- Ingeniero Electrónico.

Función Básica:

Ejecutar con la calidad y eficiencia requerida los trabajos correctivos y preventivos de instalación, cambios, calibración y mantenimiento de los sistemas y equipos electrónicos y de instrumentación existentes en la Planta, a fin de mantenerlos en óptimas condiciones de operación. Acondicionar y reparar las tarjetas y artefactos electrónicos de control existentes en la Planta.

Funciones Principales:

1.- Conocer de parte de su jefe inmediato las normas y procedimientos para el desarrollo de las funciones y actividades a su cargo.

2.- Realizar la instalación, cambios, limpieza y mantenimiento de los equipos y aparatos electrónicos bajo su responsabilidad. Ejecutar los trabajos asignados por su jefe inmediato de acuerdo a las prioridades marcadas.

3.- Realizar los trabajos asignados con los materiales, refacciones y herramientas adecuados, en el tiempo estimado y con la calidad requerida.

4.- Inspeccionar los equipos electrónicos y de instrumentación con que cuenta la planta con el fin de detectar posibles fallas y programarlas en caso de no ser emergencias o atacarlas de inmediato en caso de ser emergencias.

5.- Revisar que las tarjetas y los equipos de repuesto estén en optimas condiciones de operación y disponibles para su uso inmediato.

6.- Reparar las tarjetas y aparatos electrónicos con que cuenta la Planta ya sea en las maquinas o para reemplazo de éstas.

7.- Solicitar la reparación de tarjetas electrónicas en talleres externos cuando por su especialidad o dificultad así lo requieran.

8.- Ejecutar las rutinas de mantenimiento preventivo programadas para los equipos y aparatos en su área de responsabilidad.

9.- Informar a su jefe inmediato de los problemas que se le presentaron en su turno de trabajo.

10.- Solicitar la asesoría técnica en trabajos difíciles o especiales a su jefe inmediato.

11.- Evaluar las rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos y aparatos electrónicos a su cargo a fin de sugerir a su jefe inmediato los cambios y/o modificaciones que den como resultado un mejor aprovechamiento de los equipos.

12.- Solicitar a través de su jefe inmediato las altas de las refacciones y materiales al almacén para la optima realización de los trabajos y evitar paros de línea por faltantes.

13.- Solicitar a su jefe inmediato la compra de las herramientas y el equipo especial que requiera para el desempeño de su trabajo.

4.2.5.-Técnico Electricista.

Función Básica.

Ejecutar las rutinas de mantenimiento eléctrico a la maquinaria, equipo e instalaciones de la Planta y apoyar al Ingeniero Electrónico en el mantenimiento a los equipos electrónicos.

Funciones principales.

1.- Revisar y analizar el reporte del electricista del turno anterior.

2.- Pedir información al electricista del turno anterior sobre los problemas eléctricos ocurridos en el equipo y maquinaria de la Planta.

3.- Efectuar las rutinas de mantenimiento eléctrico a los equipos y maquinaria de la Planta.

4.- Reportar a su jefe inmediato las posibles fallas en el equipo que pudieran provocar paros de producción.

5.- Efectuar trabajos de mantenimiento eléctrico preventivo y correctivo complejos y de precisión.

6.- Hacer Requisiciones de consumo interno al almacén por refacciones y materiales.

7.- Atender emergencias en las diferentes áreas de la planta.

4.2.6.- Técnico Mecánico.

Función básica.

Ejecutar las rutinas de mantenimiento mecánico a la maquinaria, equipo e instalaciones de la Planta.

Funciones principales.

- 1.- Revisar y analizar el reporte del mecánico del turno anterior.
- 2.- Pedir información al mecánico del turno anterior sobre los problemas mecánicos ocurridos en el equipo y maquinaria de la Planta.
- 3.- Efectuar las rutinas de mantenimiento mecánico a los equipos y maquinaria de la Planta.
- 4.- Reportar a su jefe inmediato las posibles fallas en el equipo que pudieran provocar paros de producción.
- 5.- Efectuar trabajos de mantenimiento mecánico preventivo y correctivo complejos y de precisión.
- 6.- Hacer requisiciones de consumo interno al almacén por refacciones y materiales.
- 7.- Atender emergencias en las diferentes áreas de la Planta.

CAPITULO 5

Perfiles de personal

5.1.- Perfil del Jefe de Mantenimiento.

Edad:	30 a 40 años.
Estado civil:	Casado.
Sexo:	Masculino.
Preparación Académica:	Ingeniero Mecánico Electricista.
Experiencia:	3 a 5 años en puesto similar. Sistemas mecánicos, hidráulicos y eléctricos. Sistemas de mantenimiento preventivo. Administración de mantenimiento.
Habilidades Requeridas:	Planeación y organización. Manejo de Personal. Coordinación y Comunicación. Manejo de Sistemas de Información. Análisis de Problemas. Ejecución, Control y Seguimiento. Creatividad e Iniciativa. Comunicación Oral y Escrita. Liderazgo.

5.2.-Perfil del Ingeniero de Control.

Edad:	25 a 35 años.
Estado civil:	Soltero/Casado.
Sexo:	Masculino.
Preparación Académica:	Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones. Ingeniero en Control y Computación.
Experiencia:	2 a 4 años en puesto similar. Sistemas Eléctricos y Electrónicos.

Sistemas de mantenimiento preventivo.
 Administración de mantenimiento.
 Instalaciones Eléctricas y Electrónicas.

Habilidades Requeridas: Planeación y organización.
 Manejo de Personal.
 Coordinación y Comunicación
 Manejo de Sistemas de Información
 Análisis de Problemas.
 Ejecución, Control y Seguimiento.
 Creatividad e Iniciativa.
 Comunicación Oral y Escrita.
 Liderazgo.

5.3.-Perfil del Ingeniero de Mantenimiento Mecánico.

Edad: 30 a 40 años

Estado civil: Casado/soltero

Sexo: Masculino

Preparación Académica: Ingeniero Mecánico Electricista.

Experiencia 2 a 4 años en puesto similar.
 Sistemas mecánicos en general.
 Sistemas de mantenimiento preventivo.
 Administración de mantenimiento.
 Instalaciones mecánicas.

Habilidades requeridas: Planeación y Organización.
 Manejo de Personal.
 Coordinación y Comunicación.
 Manejo de Sistemas de Información.
 Análisis de Problemas.
 Ejecución, Control y Seguimiento
 Creatividad e Iniciativa.
 Comunicación Oral y Escrita.
 Liderazgo.

5.4.-Perfil del Ingeniero Electrónico.

Edad: 20 a 25 años.

Estado civil: Casado/Soltero

Sexo:	Masculino.
Preparación Académica:	Ingeniero en Electrónica.
Experiencia:	1 a 2 años en puesto similar. Electrónica y Electricidad. Instalación y mantenimiento eléctrico, de tableros e instrumentos.
Habilidades Requeridas:	Manejo de Personal. Manejo de Sistemas de Información. Análisis de Problemas. Ejecución, Control y Seguimiento. Creatividad e Iniciativa. Comunicación Oral y Escrita. Liderazgo.

5.5.- Perfil del Técnico Electricista.

Edad:	20 a 40 años.
Estado civil:	Casado/soltero.
Sexo:	Masculino.
Preparación Académica:	Técnico Electricista o en Electrónica.
Experiencia:	2 a 4 años en puesto similar Sistemas Eléctricos y Electrónicos. Sistemas de Mantenimiento Preventivo. Administración de Mantenimiento. Instalaciones Eléctricas y Electrónicas.
Habilidades Requeridas:	Análisis de Problemas. Ejecución, Control y Seguimiento. Creatividad e Iniciativa. Comunicación Oral y Escrita.

5.6.- Perfil del Técnico Mecánico.

Edad:	20 a 40 años.
Estado civil:	Casado/Soltero.
Sexo:	Masculino.

Preparación Académica:	Técnico Mecánico.
Experiencia:	2 a 4 años en puesto similar. Sistemas Mecánicos, Neumáticos e Hidráulicos. Sistemas de mantenimiento preventivo. Administración de mantenimiento. Instalaciones Mecánicas en General.
Habilidad Requeridas:	Análisis de Problemas. Ejecución, Control y Seguimiento. Creatividad e Iniciativa. Comunicación Oral y Escrita.

CAPITULO 6

Selección de Personal.

6.1.- Método de Selección.

Para la selección del personal que sería contratado requirió de la aplicación de una batería de pruebas psicométricas y además una entrevista técnica con el responsable del departamento de mantenimiento.

La batería de pruebas psicométricas consta básicamente de 3 pruebas que son:

HUMAN SIDE, que como todas las pruebas de este tipo consta de 2 partes, el análisis del puesto y el análisis de la persona.

Dentro del análisis nos permite identificar el perfil de requerimientos del puesto y de la persona en tres dimensiones principales:

- 1.- Estilo de conducta.
- 2.- Intereses y valores.
- 3.- Proceso pensante.

Normalmente éste se usa para nivel empleado, sin embargo en nuestro caso lo aplicamos a nivel sindicalizado también, para identificar algunas características específicas que requeríamos para obtener los resultados deseados en nuestra planta como son: entrega, disponibilidad, empuje, iniciativa, etc.

TERMAL MERRIL. En sus dos partes nos permite evaluar 11 dimensiones que son:

- 1.- Capacidad Intelectual.
- 2.- Manejo de Información.
- 3.- Juicio.
- 4.- Vocabulario.
- 5.- Síntesis.
- 6.- Concentración.
- 7.- Análisis.
- 8.- Abstracción.
- 9.- Planeación.
- 10.- Organización.
- 11.- Atención.

Estas 11 dimensiones se evalúan de inferior a superior pasando por inferior término medio, término medio bajo, término medio, término medio alto, y superior término medio.

Como al igual que el examen anterior se evalúan las características de la persona y del puesto, el reporte nos entrega un par de gráficas superpuestas que nos permiten

comparar de una manera muy rápida las características de la persona con las del puesto, además el software que nos ayuda a la interpretación nos da un reporte bastante detallado de las áreas fuertes y débiles del candidato.

CLEAVER. Este examen nos expresa una ficha de identificación perfil - puesto señalando una escala de valores de 24 conceptos que deben ser evaluados conforme la importancia de necesidad del puesto dando una escala de 1 a 5 la cual nos expresa el estilo de conducta de la persona arrojando 4 factores principales los cuales son:

- 1.- Empuje.
- 2.- Influencia.
- 3.- Estabilidad.
- 4.- Cumplimiento.

Al igual que los otros exámenes se evalúan por medio de un software especializado llamado Psicowin versión 5.

6.2.- Resultados de la Selección

Ingeniero de control

Nombre:	Jesús Rodríguez Martínez
Selección:	Interna
Carrera:	Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones. FIME UANL.
Experiencia:	2 años como instrumentista en líneas de pintado 1 y 2, Programación de PLC's Allen Bradly, Siemens y Reliance, y sistemas de control distribuido.

Ingeniero de Mantenimiento Mecánico.

Nombre:	Edilberto Martínez Castañeda.
Selección:	Externa.
Carrera:	Ingeniero Mecánico Electricista. FIME UANL.
Experiencia:	3 años como supervisor de mantenimiento general en Metrorrey, 3 años como supervisor de mantenimiento general en Vitroplásticos, mecánica, electricidad, neumática, hidráulica, control, manejo de personal.

Ingenieros Electrónicos.

Nombre: Joel Hidalgo Villarreal.
 Selección: Externa.
 Carrera: Ingeniero en Control y Computación. FIME UANL.
 Experiencia: 2 años como Ingeniero de Servicio en Jar Electrónica Aplicada, Programación de PLC's GE, Siemens y Allen Bradley.

Nombre: José Rodolfo Cruz Montoya.
 Selección: Externa.
 Carrera: Ingeniero en Control y Computación. FIME UANL.
 Experiencia: 6 meses en Compurrey como jefe de soporte técnico, 2 años como soporte técnico en el departamento de sistemas de la Secretaria General del Gobierno del Estado.

Nombre: Roberto Castañeda Cruz.
 Selección: Interna.
 Carrera: Técnico Electromecánico CBTI's No. 200 Tepeji del Río, Hgo.
 Experiencia: 6 meses como electricista en Instalaciones Eléctricas Muñoz, 5 años como electricista en líneas de galvanizado, 6 años como instrumentista en líneas de galvanizado.

Técnicos Electricistas.

Nombre: Alfonso Infante Martínez.
 Selección: Externa.
 Carrera: Técnico en Electrónica del Instituto de Estudios Avanzados Bertrand Russel.
 Experiencia: 1.5 años como electricista de mantenimiento en Cerrey, 2 años como electricista en la industria de la construcción con la compañía PREMACO S.A. de C.V.

Nombre: Francisco Javier Porras Rodríguez.
 Selección: Externa.
 Carrera: Técnico Electromecánico del CONALEP.
 Experiencia: 1 año en Autotemplex como electromecánico de mantenimiento, 2 años como electricista de mantenimiento en Liverpool, 1 año como electricista de mantenimiento en Fritos Encanto.

Nombre: Miguel Ángel Martínez Garza.
 Selección: Interna.

Carrera: Técnico en Refrigeración y Aire Acondicionado de la Escuela Electrónica Monterrey.
Experiencia: 7 años en mantenimiento de líneas de galvanizado como electricista.
Nombre: Alberto Saucedo.
Selección: Externa.
Carrera: Técnico Electricista. del CONALEP de Cd. Victoria, Tamps.
Experiencia: 3 años como electricista de primera en Arneses Automotrices de Matamoros.

Técnicos Mecánicos.

Nombre: Mauro Rodríguez Gamboa.
Selección: Interna.
Carrera: Técnico Mecánico práctico, actualmente se encuentra terminando su carrera técnica en la Escuela Electrónica Monterrey.
Experiencia: 8 años como mecánico en líneas de galvanizado y pintado.

Nombre: Juan José Puerto Murillo.
Selección: Externa.
Carrera: Técnico en Electricidad Industrial y Electrónica del Cecati 136.
Experiencia: 7 años como electricista en Cajas de Cartón Monterrey.

Nombre: Eduardo Gutiérrez.
Selección: Externa.
Carrera: Técnico Mecánico Automotriz y Diesel de la Escuela Electrónica Monterrey.
Experiencia: 13 años como mecánico automotriz en Taller Automotriz Gutiérrez.

Nombre: Mario Mireles.
Selección: Externa.
Carrera: Técnico Mecánico Electricista de la Escuela Electrónica Monterrey.
Experiencia: 5 años como mecánico de piso en Cerrey.

CAPITULO 7

Definición de las necesidades de capacitación del personal.

Dentro de la capacitación del personal se definieron 47 cursos diferentes de los cuales 18 se consideraron dentro del aspectos humano administrativo y 29 dentro del aspecto técnico.

Como aspecto Humano Administrativo consideramos aquellos cursos que le servirían al personal para el desarrollo de su trabajo desde el punto de vista del desarrollo propio como personas y el conocimiento de las herramientas administrativas con que cuenta la empresa.

Como aspecto Técnico consideramos aquellos cursos que involucran los conocimientos necesarios para la operación normal de la planta.

Todos estos cursos tuvieron un tiempo definido y estuvieron clasificados en dos tipos y cinco clases diferente, dependiendo del desarrollo que queríamos obtener en la persona, a saber:

Tipos	CA	Capacitación Administrativa.
	CO	Capacitación Operativa.
Clases	HA	Habilidad Administrativa.
	HT	Habilidad Técnica.
	OP	Operación.
	SE	Seguridad y Ecología.
	CD	Calidad y Defectos.

7.1.- Capacitación Humano Administrativa.

Dentro de la capacitación Humano Administrativa tenemos los siguientes cursos:

Nombre	Tipo	Clase	Tiempo
Inducción Galvak	CA	HA	8 horas
Historia del Galvalume	CO	OP	4 horas
STOP	CA	SE	40 horas
Plan de Emergencia	CA	SE	16 horas
Ecología y Control Ambiental	CA	SE	8 horas
Manual de Seguridad	CA	SE	24 horas
Medicina Ocupacional	CA	SE	16 horas
SAP	CA	HA	8 horas
Quejas y Reclamaciones	CA	HA	4 horas
Liderazgo	CA	HA	8 horas
Toma de Decisiones	CA	HA	8 horas
Manejo de Juntas	CA	HA	4 horas
Trabajo en Equipo	CA	HA	4 horas
Visita a HYLSA	CA	HT	4 horas

Inducción al TPM	CO	HT	4 horas
SIG	CO	CD	8 horas
SCEP	CO	HT	8 horas
SIM	CO	HT	4 horas

7.2.- Capacitación Técnica.

Dentro de la capacitación técnica tenemos los siguientes cursos:

Nombre	Tipo	Clase	Tiempo
Conocimiento Línea Galvanizado 3	CO	OP	8 horas
ISO 9000 y QS 9000	CA	CD	4 horas
Fichas Técnicas	CO	CD	8 horas
Fundamentos del Proceso	CO	OP	16 horas
Fundamentos de Calidad	CO	CD	16 horas
Equipos Auxiliares	CO	HT	24 horas
Mantenimiento por Equipos	CO	HT	24 horas
Defectos del Acero	CO	CD	4 horas
Defectos del Proceso	CO	CD	4 horas
Mecánica Básica	CO	HT	4 horas
Hidráulica Básica	CO	HT	4 horas
Electricidad Básica	CO	HT	8 horas
Instrumentación	CO	HT	8 horas
Radioactividad	CO	HT	16 horas
Alineadores EMG	CO	HT	4 horas
Consolas de Operación	CO	OP	32 horas
Sección de Entrada	CO	OP	16 horas
Operación de Soldadora	CO	OP	16 horas
Operación Lavado y Quench	CO	OP	16 horas
Viaje de Capacitación	CO	OP	88 horas
Operación de Paila y Enfto.	CO	OP	24 horas
Operación de Pasivado y Resina	CO	OP	16 horas
Sección de Proceso	CO	OP	16 horas
Operación SKP y TN	CO	OP	24 horas
Sección Salida	CO	OP	16 horas
Proced. De Enhebrado de Línea	CO	OP	16 horas
Operación Horno	CO	OP	24 horas
Ciclos Térmicos	CO	HT	24 horas
Portaspec	CO	HT	4 horas

Todos estos cursos fueron impartidos en las instalaciones propias de la compañía excepto la visita a Hylsa y el viaje de capacitación, el cual fue a la compañía BHP en Rancho Cucamonga, California USA.

CAPITULO 8

Generación de Rutinas de Mantenimiento.

8.1.- Definición del término Rutina y los diferentes tipos de mantenimiento.

El término rutina nos sirve para identificar todas aquellas actividades desarrolladas en forma rutinaria determinado lapso de tiempo, dentro de la jerga de mantenimiento una rutina es aquella actividad que debemos ejecutar en el equipo para asegurar que éste se mantenga operando en forma continua por tiempo indefinido.

Una rutina de mantenimiento puede ser, una inspección, una limpieza, un cambio de conjunto o una lubricación, de las cuales puede desprenderse la generación de una o mas actividades nuevas de mantenimiento.

Dentro de los diferentes tipos de mantenimiento nosotros conceptualizamos tres que son:

Mantenimiento Preventivo.

Mantenimiento Correctivo.

Emergencia.

Dentro del mantenimiento Preventivo englobamos todas aquellas actividades, que ejecutamos en función del tiempo, es decir, todas aquellas actividades rutinarias que ejecutamos diario, por semana, por quincena, mensualmente, trimestralmente, semestralmente o anualmente. Son aquellas las cuales un sistema de administración de mantenimiento nos puede arrojar en función del tiempo. Dentro de este tipo de mantenimiento podemos incluir el Mantenimiento Predictivo, que es aquel que ejecutamos en función de las condiciones operativas del equipo, monitoreando su temperatura, vibración, sonido, olor, etc. y sacando tendencias de estos parámetros.

Dentro del Mantenimiento Correctivo englobamos aquellas actividades, que provenientes de una rutina de Mantenimiento Preventivo, ya sea esta una inspección, limpieza, lubricación, etc. requieren ser programadas para ejecutarse de una forma planeada, pero que no llegan a ser tan urgentes como para considerarse una emergencia.

Y dentro de las Emergencias tenemos aquellas actividades que por su gravedad requieren el paro de la línea ya sea porque ponen en riesgo la cantidad o la calidad de la producción, la seguridad de los equipos y/o vidas.

8.2.- Rutinas de mantenimiento.

A continuación presentamos algunos ejemplos de las diferentes rutinas de mantenimiento generadas en la Planta.

n: 203095960 Tipo: GMPP Plan: 8729 Fecha requerida 29.03.2000
a GALVANIZADO 3 Fecha de Vencimiento 29.03.2000
ina COMPRESOR INGERSOLL-RAND No.1 Equipo
ripción PP G3-SER-COMPRES-1 CAMBIO FILTRO DE AIR Ensamble
eador GPO MECANICOS OPRN Superv.GK MAN G3 SUP - EDILBERTO MTZ
ación 0010 a cargo de GK MAN G3 MEC - MECANICOS DE G III
mado 4H / 2 Persona Datos Reales Persona(s) |__| Turno |__|
ance Tiempo |__ a __| H.Reales |__|

ervaciones:

ro de socio: Firma: [] Capturado de de

IO DE FILTROS:

RAR MOTOR DE ENFRIAMIENTO, QUITAR GUARDAS, RETIRAR CUBIERTA Y SOPLETEAR TODA LA UNIDAD POSTERIORMENTE ROCIAR CON ENTE DIELECTRICO.

IAR FILTRO DE AIRE Y ACEITE Y REPONER ACITE (DEBE ESTAR COMPLETAMENTE LLENO ESTANDO EN REPOSO EL COMPRESOR)

aterial 251101667 1 PC FILTRO DE ACEITE INGERSOLL R. 39856836
servación # 878442 / 0001 Plta/Almácen GMTY /
aterial 251101666 2 PC FILTRO AIRE INGERSOLL RAND 39708466
servación # 878442 / 0002 Plta/Almácen GMTY /
ación 0020 a cargo de GK MAN G3 MEC - MECANICOS DE G III
mado 30MIN / 2 Persona Datos Reales Persona(s) |__| Turno |__|
ance Tiempo |__ a __| H.Reales |__|

ervaciones:

ro de socio: Firma: [] Capturado de de

RICACION:

RICAR BALEROS DEL MOTOR Y LIMPIAR EXCESOS DE GRASA

IALES EXTRAS CON REQUISICION NUMERO: DE MAN DE MEC - MECANICOS DE G III

no: 203090251 Tipo: GMPP Plan: 8729 Fecha requerida 03.03.2000
a GALVANIZADO 3 Fecha de Vencimiento 03.03.2000
ina COMPRESOR INGERSOLL-RAND No.1 Equipo
ripción PP G3-SER-COMPRES-1 CAMBIO FILTRO DE AIR Ensamble
eador GPO MECANICOS OPRN Superv.GK MAN G3 SUP - EDILBERTO MTZ
ación 0010 a cargo de GK MAN G3 MEC - MECANICOS DE G III
imado 4H / 2 Persona Datos Reales Persona(s) | | Turno | |
avance Tiempo | - - a - - } H.Reales | |
ervaciones:

ero de socio: Firma: [] Capturado de de

MO DE FILTROS:

RRAR MOTOR DE ENFRIAMIENTO, QUITAR GUARDAS, RETIRAR CUBIERTA Y SOPLETEAR TODA LA UNIDAD POSTERIORMENTE ROCIAR CON VENTE DIELECTRICO.

BIAR FILTRO DE AIRE Y ACEITE Y REPONER ACITE (DEBE ESTAR COMPLETAMENTE LLENO ESTANDO EN REPOSO EL COMPRESOR)

aterial 251101667 1 PC FILTRO DE ACEITE INGERSOLL R. 39856836
eservación # 836508 / 0001 \ Plta/Almacén GMTY /
aterial 251101666 2 PC FILTRO AIRE INGERSOLL RAND 39708466
eservación # 836508 / 0002 Plta/Almacén GMTY /
ración 0020 a cargo de GK MAN G3 MEC - MECANICOS DE G III
imado 30MIN / 2 Persona Datos Reales Persona(s) | | Turno | |
avance Tiempo | - - a - - } H.Reales | |
ervaciones:

ero de socio: Firma: [] Capturado de de

RICACION:

RICAR BALEROS DEL MOTOR Y LIMPIAR EXCESOS DE GRASA

eración 0030 a cargo de GK MAN G3 MEC - MECANICOS DE G III
imado 5H / 2 Persona Datos Reales Persona(s) | | Turno | |
avance Tiempo | - - a - - } H.Reales | |
servaciones:

Numero de socio: _____ Firma: _____ [] Capturado ___ de ___ de _____

AMBIENTE DE ELEMENTO SEPARADOR:

RETIRAR TUBERIA "TUBING" DE LA TAPA SUPERIOR Y RETIRAR MANGUERAS DE ALTA PRESION, AFLOJAR TORNILLERIA Y RETIRAR TAPA
 HACER CAMBIO DE ELEMENTO SEPARADOR COLOCAR NUEVAMENTE LA TAPA Y APRETAR TORNILLERIA EN CRUZ Y CON EL TORQUIMETRO A
 0 LB.

REVISAR DIAFRAGMA DE VALVULA SOLENOIDE Y LOS RESORTES; REVISAR FILTRO (ALOJADO EN CONECTOR DEL TUBING) Y LIMPIAR CON
 IRE-SOLVENTE.

Material	251101467	38 L	ACEITE ULTRA-REFRIGERANTE NUM. 3943373
Reservación #	836508 / 0003	Plta/Almácen GMTY /	
Material	251102308	1 PC	ELEMENTO SEPARADOR I.R. # 39863857
Reservación #	836508 / 0004	Plta/Almácen GMTY /	
Material	252100003	20 L	SOLVENTE DIELECTRICO VOLTZ CUBETA DE 2
Reservación #	836508 / 0005	Plta/Almácen GMTY /	

MATERIALES EXTRAS CON REQUISICION NUMERO: _____