



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica**

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA METALMECANICA

Seminario de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de **Ingeniero de Ejecución en Mecánica**.

Profesor Guía:

Sr. Víctor Durán Sáez

Ingeniero Supervisor:

Sr. Sixto Saldivia Péndola

Alex Andy Inostroza Pérez

Raúl Alberto Santander Silva

Concepción – 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis Padres

Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Alex A. Inostroza Pérez.

A Dios

Por permitirme llegar a esta instancia tan importante en mi vida, entregándome paciencia y fortaleza en los momentos difíciles.

A mi Madre

Por su apoyo incondicional, su constante motivación y entrega en el transcurso de todo este proceso.

A mi Padre

Por su preocupación permanente y por la entrega de recursos necesarios, que permitieron el término de este proyecto.

A mi familia

A todos aquellos que de una u otra forma ayudaron en el cumplimiento de mis objetivos.

Raúl A. Santander Silva.

Especial agradecimiento al profesor Víctor Durán Sáez por la orientación y ayuda brindada para la realización de este seminario de título.

Alex Inostroza P. y Raúl Santander S.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
CAPITULO I: OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1.1 OBJETIVOS GENERALES	3
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
CAPITULO II: METODOLOGIA DE TRABAJO	4
2.1 OBTENCION DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO	4
2.2 CREAR LISTADO DE EQUIPOS	4
2.3 EVALUACION DE LA INFORMACION	4
CAPITULO III: DESCRIPCION DE LA EMPRESA	5
3.1 RESEÑA HISTORICA	5
3.2 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	6
3.3 INSTALACIONES	8
3.3.1 Area de mecanizado	8
3.3.2 Area de corte y dobléz	9
3.3.3 Area de ensamble	10
3.3.4 Area de pintura	10
3.3.5 Area de balanceo	11
CAPITULO IV: MANTENCION	12
4.1 FUNCION DE LA MANTENCION	12
4.2 MANTENIMIENTO	12
4.3 IMPORTANCIA DE LA MANTENCION	13

4.4 TIPOS DE MANTENCION	13
4.4.1 Mantención preventiva	13
4.4.2 Mantención correctiva	14
4.4.3 Mantención sistemática	15
4.4.4 Mantención predictiva	15
4.4.4.1 Técnicas de análisis para el mantenimiento predictivo	16
CAPITULO V: PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	21
5.1 OBJETIVO	21
5.2 DESARROLLO	21
5.3 LISTADO DE EQUIPOS	23
5.4 PLAN DE INSPECCION – MANTENCION	24
5.4.1 Cilindradoras	25
5.4.2 Tornos paralelos	28
5.4.3 Máquinas balanceadoras	31
5.4.4 Esmeril de sobremesa	33
5.4.5 Maquinas de soldar (Arco manual)	35
5.4.6 Maquinas de soldar (MIG)	37
5.4.7 Prensa hidráulica	39
5.4.8 Sierra huincha	41
5.4.9 Fresadora vertical	44
5.4.10 Limadora mecánica	47
5.4.11 Compresor	50
5.4.12 Puente grúa	52
5.4.13 Dobladora hidráulica	54
5.4.14 Pantógrafo CNC	57
5.4.15 Guillotina hidráulica	59
5.4.16 Grúa levante	61
5.4.17 Taladro de columna	63
5.4.18 Plegadora hidráulica	65

5.5 FICHAS DE MANTENCION	67
5.5.1 Ficha de inspección	67
5.5.2 Ficha de intervención	68
5.5.3 Ficha de lubricación	69
CAPITULO VI: INDICADORES DE GESTION	70
6.1 CONFIABILIDAD	70
6.2 MANTENIBILIDAD	70
6.3 DISPONIBILIDAD	71
CONCLUSION	73
BIBLIOGRAFIA	75
ANEXOS	76

RESUMEN

El presente trabajo de título, se basa en la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento para las máquinas y equipos que componen el sistema productivo en una empresa metalmecánica.

Comienza con la metodología de trabajo, explicando cómo se obtuvo la información necesaria para diseñar el plan de mantenimiento y el alcance de dicho plan.

Se realiza una descripción de la empresa y en específico del departamento de ingeniería y fabricación, mostrando las instalaciones de la maestranza y su respectiva distribución. Además se describen las etapas que componen el proceso productivo.

Posteriormente se presentará la documentación que se requiere, para dar puesta en marcha al plan de mantenimiento. Estos documentos corresponden a tablas de inspección y fichas de mantención, las que entre otros, permitirán crear registros históricos de cada equipo.

Finalmente, cabe mencionar que el plan de mantenimiento se diseñó de acuerdo a los requerimientos de la empresa, con la finalidad de tener todas las máquinas y equipos en condiciones óptimas de trabajo, generando altos índices de confiabilidad y disponibilidad.

INTRODUCCION

La empresa metalmecánica estudiada abarca un amplio campo de productos y servicios. Para hacer efectiva la realización de estos trabajos, se requiere el uso de distintas máquinas y equipos que deben encontrarse en condiciones óptimas de trabajo, lo cual se logra mediante un mantenimiento adecuado y periódico.

En la actualidad, la empresa carece de un plan de mantenimiento que ayude a prevenir fallas repentinas, lo que conlleva a realizar un gran número de acciones correctivas, ante esta necesidad, es lógico desarrollar un programa que certifique el buen funcionamiento de las máquinas y equipos.

El plan de mantención que se implementará en la empresa, se basa en la inspección, seguimiento e intervención de los equipos, con el objetivo de maximizar la disponibilidad, confiabilidad y reducir al mínimo las suspensiones de trabajo por fallas imprevistas, lo que afecta directamente la capacidad de producción.

Es importante señalar que el plan de mantenimiento se aplicará en las máquinas y equipos del área de fabricación, debido a que su funcionamiento es continuo, por ende se necesita que la disponibilidad y confiabilidad de éstos sea alta.

CAPITULO I

OBJETIVOS

1.1 OBJETIVOS GENERALES

- Diseñar e implementar un plan de mantenimiento a la falla en una empresa metalmecánica.
- Establecer los parámetros que permitan reducir los tiempos de falla y con ello dar máxima confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer frecuencias de inspecciones a los equipos.
- Creación de fichas de inspecciones que permitan crear registros históricos.
- Permitir con el plan, reducciones de costos y continuidad al proceso productivo.

CAPITULO II

METODOLOGIA DE TRABAJO

2.1 OBTENCION DE LA INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO

La información para realizar el plan de mantenimiento de la planta fue recolectada mediante inspecciones a las máquinas y equipos.

2.2 CREAR LISTADO DE EQUIPOS

Se estableció en conjunto con el departamento de ingeniería, teniendo prioridad aquellos que afectan directamente el proceso productivo de la empresa, recolectando información importante.

2.3 EVALUACION DE LA INFORMACION

Se identificaron las partes de cada una de las máquinas y equipos que se incluyeron en el listado, con ayuda del personal mecánico se establecieron los puntos críticos de cada una, ya que en estos se efectuará la mantención.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LA EMPRESA

3.1 RESEÑA HISTORICA

La empresa fue fundada el 16 de noviembre de 1973, para cubrir necesidades en las especialidades de Análisis de Falla, Capacitación y Asesoría Técnica. En 1985 extendió su área hacia la mantención industrial y el análisis de vibraciones. A contar de 1989, amplió su giro a soluciones integrales de Ingeniería, implementando un departamento de diseño, fabricación y montaje de equipos, principalmente turbomáquinas, y de sistemas industriales.



Figura 1.
Empresa

3.2 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

En esta sección se dará a conocer como se encuentra organizada administrativamente la empresa metalmecánica.

Misión

Proveer a los clientes a nivel nacional e internacional el diseño y fabricación de equipos del área de transporte neumático, de servicios de inspección-mecánicos y asesorías técnicas en análisis de falla, satisfaciendo los requisitos de calidad, entrega y servicio de postventa, todo ello orientado a establecer relaciones a largo plazo con estos.

Visión

Llegar a ser una empresa líder en las áreas de diseño y fabricación de equipos del área de transporte neumático, de servicios de inspección – mecánicos y asesorías técnicas en análisis de falla, utilizando tecnologías de vanguardia en la actividad y diversificando sus clientes tanto en el ámbito nacional como internacional.

Estructura organizativa

La figura 2 muestra la estructura organizativa de la empresa, tanto en la parte administrativa, como en la parte productiva.

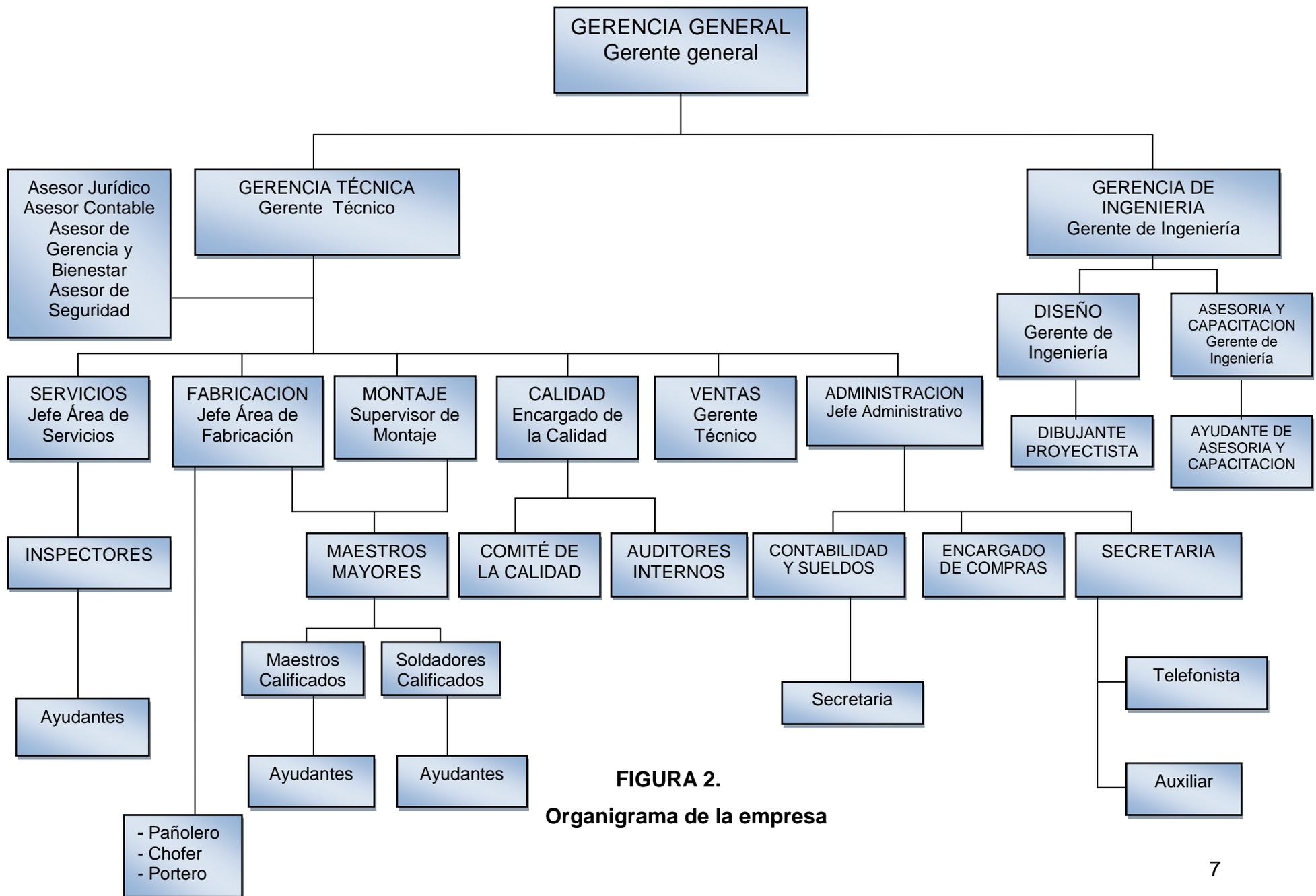


FIGURA 2.
Organigrama de la empresa

3.3 INSTALACIONES

Uno de los servicios que entrega la empresa es el de ingeniería y fabricación, donde se manufacturan distintos tipos de equipos y elementos solicitados por diferentes clientes o bien diseños propios. La maestranza se divide en las siguientes áreas: Mecanizado, Corte y Doblez, Ensamble, Pintura y Balanceo. La figura 3, muestra la distribución de estas secciones dentro de la empresa.



Figura 3.
Distribución de la planta

3.3.1 Área de Mecanizado

Posee máquinas-equipos como tornos, fresadora, limadora, taladros, esmeriles y una prensa hidráulica, que permiten la producción de piezas. La tabla 1, muestra los procesos desarrollados en el área de mecanizado.

Tabla 1.
Procesos Área de Mecanizado

Procesos	Actividad
Arranque de viruta	Torneado
	Fresado
	Limado
	Esmerilado
	Perforado
Conformado	Prensado

3.3.2 Área de Corte y Doblez

Para estos procesos cuenta con una guillotina, sierra huincha, cortadora de plasma, plegadora hidráulica, dobladora de perfiles, cilindradoras. Ésta es el área que cuenta con las zonas más amplias de trabajo en el interior de la empresa.

Tabla 2.
Procesos Area de Corte y Doblez

Procesos	Actividad
Corte y dimensionamiento	Corte por cizalla y plasma.
Doblez	Plegado y curvado de planchas.

3.3.3 Área de Ensamble

Ésta área recibe las diferentes piezas y elementos provenientes de las secciones de mecanizado y/o corte y doblaje, para ser utilizados en la etapa de ensamble. Para ésta área existe un completo equipo de soldadura y un puente grúa que es usado cuando se requieren, trasladar o ensamblar piezas de gran envergadura.

Tabla 3.
Procesos Área de Ensamble

Procesos	Actividad
Unión y montaje	Soldadura
	Ensamble

3.3.4 Área de Pintura

Esta área se encarga de los procesos de pintura y acabado superficial de los productos provenientes de las otras secciones de producción. La siguiente tabla muestra los procesos que se realizan.

Tabla 4.
Procesos Área de Pintura

Procesos	Actividad
Tratamientos superficiales	Limpieza por abrasión
	Pintura

3.3.5 Área de Balanceo

Esta área no trabaja en conjunto a los procesos de fabricación y ensamble, sino que es la encargada de llevar a cabo balanceos y análisis de vibraciones piezas como rotores, provenientes de plantas externas. Cuenta con dos máquinas balanceadoras computarizadas.

Concepto de balance

El balance es la técnica de corregir o eliminar fuerzas o momentos generadores de perturbaciones vibratorias. El desbalance es una de las fuerzas que causan problemas en rotores y máquinas rotativas. Si una máquina está desbalanceada presenta altos niveles de vibración, ruido y desgaste perjudiciales, que afectan la resistencia a la fatiga de la máquina.

Balanceo dinámico

Se utiliza para equilibrar o balancear piezas determinando el lugar y la cantidad de material que debemos aportar y/o quitar del elemento rotante de tal manera que éste quede perfectamente balanceado, por lo que su rotación, cuando trabaje no permita vibraciones al sistema de apoyo (rodamientos, bujes, etc.). Este servicio se recomienda para rotores de motores, generadores, turbinas, poleas, volantes, etc.

CAPITULO IV

MANTENCION

4.1 FUNCION DE LA MANTENCION

El objetivo fundamental de la mantención es asegurar la disponibilidad de maquinarias, servicios e instalaciones en general, para que las diferentes unidades de la organización de una empresa industrial puedan cumplir con las funciones asignadas, logrando en esta forma un retorno óptimo de las inversiones de capital.

En otras palabras, la mantención es la actividad encargada de mantener la parte física de la planta en las mejores condiciones, a fin de que pueda satisfacer las exigencias operacionales de la producción.

La mantención es uno de los pilares fundamentales dentro de la organización de una industria y tiene por misión conservar en constante y perfecto estado de funcionamiento, todos los medios de producción, realizando esta función con un mínimo de costos. Para ello se cuenta con distintas técnicas que se diferencian por los métodos que emplean y por la oportunidad de su aplicación.

4.2 MANTENIMIENTO

Es un concepto diferente de mantención pues el mantenimiento abarca un conjunto de actividades que permiten un óptimo desempeño de la producción. Estas actividades se refieren a la disposición interna y mantención de los equipos y estructuras, orden y aseo de estas.

Está comprobado que una de las actividades más importantes es el aseo, que apunta tanto al orden como a la limpieza de las máquinas, equipos, materiales, accesorios y dependencias. Un aseo ineficiente produce condiciones inseguras de trabajo y como consecuencia puede ocasionar daño a las personas y/o a las máquinas y equipos.

4.3 IMPORTANCIA DE LA MANTENCION

La mantención ha ido tomando cada vez mayor importancia en el desarrollo del proceso industrial, debido al aumento de la mecanización y muy especialmente, a causa de la competencia por obtener costos bajos de producción. Esta afirmación resulta evidente, por cuanto la mantención:

- Constituye una defensa del capital invertido en maquinarias e instalaciones.
- Tiene influencia directa en los costos de producción, debido a la relación que existe entre ellos y el estado de la maquinaria.

También, la importancia de la mantención, ha crecido debido a la complejidad de los equipos que usa la industria moderna, cuyo costo de operación constituye una parte importante del costo total de fabricación, y porque su organización es uno de los factores principales en toda la industria.

4.4 TIPOS DE MANTENCION

4.4.1 Mantención Preventiva

La mantención preventiva es un método probadamente efectivo, que permite disminuir o minimizar la paralización o falla de los equipos en forma sorpresiva o inesperada, asegurando así una alta disponibilidad de operación de los equipos y/o instalaciones.

El sistema procura detectar y prevenir los problemas antes que el equipo falle, evitando el desarrollo de situaciones críticas que afecten la producción y/o la seguridad de las personas, disminuyendo las paralizaciones de emergencia.

El método está basado en una serie sistemática de inspecciones y servicios que deben realizarse a cada uno de los equipos o instalaciones. Esta actividad debe planificarse con una estricta programación y con un buen procedimiento de información retrospectiva desde el personal de mantención y operación.

Todas las rutinas de un programa de mantención preventiva pueden ser planeadas, programadas y controladas usando softwares o manualmente.

Los programas de mantención preventiva deben definir procedimientos de trabajo y frecuencia de ejecución de las inspecciones o servicios basados en las recomendaciones de los fabricantes de equipos y en la experiencia individual del personal involucrado en el desarrollo de estos procedimientos.

Prerrequisitos:

- Todos los procedimientos de mantención preventiva deben ser codificados con la prioridad de trabajo.
- Todos los procedimientos deben tener un número de identificación.
- Todos los equipos deben ser identificados con un nombre y un número.
- Debe prepararse una lista completa de equipos y servicios que cubra la totalidad de la planta.
- Debe establecerse un criterio para controlar la frecuencia en la ejecución de los trabajos de mantención preventiva, basado en los días calendario, kilómetros recorridos, horas de operación, etc.

4.4.2 Mantención Correctiva

La Mantención Correctiva es aquella que se preocupa de reparar el equipo, una vez que se han producido las fallas.

Es también llamada como “Mantención a la Falla”, con lo cual se quiere significar que es la propia falla la que va fijando la acción de mantención.

Este tipo de mantención predomina cuando existe una indiferencia marcada hacia el cumplimiento de los programas de producción en general, y hacia la mantención en particular cuando no se ha justificado económicamente la conveniencia de optar por una mantención ordenada, o cuando se concede erróneamente mayor importancia a la producción con menoscabo del cuidado de los equipos, sin considerar que los problemas de los equipos afectan directamente a la producción.

Evidentemente este tipo de mantención acarrea desventajas; algunas de la cuales son:

- Molestias al ejecutante de los trabajos de mantención, que deben cambiar de tareas recibiendo órdenes y contra órdenes. En una palabra desorden.
- Incumplimiento de las órdenes de fabricación, y atrasos en la entrega de los productos.
- Falta de seguridad.
- Deterioro mayor de los equipos, etc.

4.4.3 Mantención Sistemática

La Mantención Sistemática consiste en reemplazar una pieza o conjunto, por otro del mismo tipo, atendiendo a las leyes de desgaste, siempre en función del mismo ciclo. Los ciclos están basados en horas de funcionamiento, toneladas producidas, kilómetros recorridos, etc.

Este tipo de mantención se aplica a máquinas que no deben fallar, ya sea por seguridad o porque su falla representa un alto costo.

Entre las características de este tipo de mantención, se tienen las siguientes:

- Es confiable y segura.
- Permite la programación de los reemplazos con el tiempo previo que se desee.
- No utiliza vidas residuales de equipos o piezas.
- Obliga a contar con equipos de reserva, etc.

4.4.4 Mantención Predictiva

La mantención predictiva pretende predecir las fallas potenciales con la ayuda de métodos técnicos y analíticos de determinación, tales como mediciones, controles, pronósticos de comportamiento a futuro, vibraciones ultrasónicas, rayos X, etc.

Estos medios ayudan a diagnosticar con mayor exactitud, posibles fallas que serían difíciles de ubicar a través de inspecciones ocultas.

Es una práctica basada en métodos eminentemente técnicos y de investigación y naturalmente se aplicará cuando se justifique realmente la inversión, ya que los

aparatos de medición a usar son de una tecnología avanzada y por lo tanto, de un elevado costo.

Además, este tipo de mantención obliga al personal a una alta especialización y calificación, como así, involucra largos períodos de entrenamiento y capacitación para obtener una elevada técnica.

4.4.4.1 Técnicas de análisis para el mantenimiento predictivo

a.- Análisis de vibraciones

Para empezar se puede dar una definición y características de la vibración. La vibración es el movimiento de vaivén de una máquina o elemento de ella en cualquier dirección del espacio desde su posición de equilibrio. Generalmente, la causa de la vibración reside en problemas mecánicos como son: desequilibrio de elementos rotativos; desalineación en acoplamientos; engranajes desgastados o dañados; rodamientos deteriorados; fuerzas aerodinámicas o hidráulicas, y problemas eléctricos.

Estas causas como se puede suponer son fuerzas que cambian de dirección o de intensidad, estas fuerzas son debidas al movimiento rotativo de las piezas de la máquina, aunque cada uno de los problemas se detecta estudiando las características de vibración.

La finalidad del análisis de vibraciones es encontrar un aviso con suficiente tiempo para poder analizar causas y forma de resolver el problema ocasionando el paro mínimo posible en la máquina.

b.- Inspección termográfica

Es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión, posibilita convertir las mediciones de la radiación infrarroja en medición de temperatura, esto se logra midiendo la radiación emitida en la porción infrarroja del espectro electromagnético desde la superficie del objeto, convirtiendo estas mediciones en señales eléctricas.

El análisis termográfico se basa en la obtención de la distribución superficial de temperatura de una tubería, pieza, maquinaria, envoltentes, etc., por el que obtenemos un mapa de temperaturas, donde se visualizan puntos fríos o calientes debido a las anomalías que se pudieran encontrar en el aislamiento.

Aplicaciones de la termografía en el mantenimiento industrial

El análisis mediante Cámaras Termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de Frío industrial y climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

Ventajas del mantenimiento por termovisión

- Método de análisis sin detención de procesos productivos, ahorra gastos.
- Baja peligrosidad para el operario, evita la necesidad de contacto con el equipo.
- Determinación exacta de puntos deficientes en una línea de proceso.
- Reduce el tiempo de reparación por la localización precisa de la falla.

c.- Alineamiento de ejes

Uno de los problemas más comunes en equipos industriales rotativos es el desalineamiento presentado en los ejes y estructuras de las máquinas. Esta es una causa significativa de fallas en rodamientos, sellos, acoples, ejes, aumento de vibraciones y ruidos. Dos o más ejes están mal alineados si sus líneas centrales de rotación no son colineales cuando las máquinas están funcionando. Esta desalineación puede ser, en paralelo o angular.

Para eliminarla, las máquinas deben ser alineadas en el plano vertical y horizontal.

Concepto de alineamiento

Es la condición que se presenta cuando en dos o más máquinas la línea central de sus ejes coincide entre sí. No obstante en muchos equipos se conoce que cuando la máquina entra en operación se da un calentamiento y una consiguiente expansión térmica que incide en el correcto alineamiento de los ejes. Por tal razón se sugiere una definición más completa de alineamiento: Condición que radica en mantener la colinealidad de las líneas centrales de los ejes de las máquinas durante su funcionamiento.

Los métodos para llevar a cabo el alineamiento son:

- Borde recto.
- Indicadores de diámetro (reloj comparador).
- Alineación con láser.

Ventajas de realizar alineamiento

- Aumentara la vida del rodamiento.
- Reduce el riesgo de sobrecalentamiento y rotura de los acoplamientos.
- Reduce el ruido y las vibraciones.
- Reduce la fricción y por tanto el consumo energético.
- Evita daños en sellos y fugas del lubricante.

d.- Técnicas superficiales

Tintas penetrantes

El método se distingue de otros métodos de inspección convencionales, porque es prácticamente independiente de la forma o geometría y ubicación de la pieza a examinar, requiere de un equipamiento mínimo (no depende de fuentes de energía) y posee una gran sensibilidad en la detección de fallas.

Se basa en la capacidad que poseen ciertos líquidos para penetrar y ser retenidos en las fisuras, grietas, poros o aberturas abiertas a la superficie, cuando son aplicadas sobre las mismas.

Ventajas y limitaciones de las tintas penetrantes

Ventajas	Limitaciones
Relativamente simple de aplicar y controlar.	Solo detecta discontinuidades abiertas a la superficie
Aplicable a materiales metálicos y no metálicos.	No aplicable en materiales porosos.
No requiere costosos equipos.	Difícil de aplicar en superficies porosas o rugosas.

Partículas Magnéticas

El ensayo de partículas magnéticas es uno de los más antiguos que se conoce, encontrando en la actualidad, una gran variedad de aplicaciones en las diferentes industrias. Es aplicable únicamente para inspección de materiales con propiedades ferromagnéticas, ya que se utiliza fundamentalmente el flujo magnético dentro de la pieza, para la detección de discontinuidades. Mediante este ensayo se puede lograr la detección de defectos superficiales y subsuperficiales (hasta 3 mm debajo de la superficie del material).

La aplicación del ensayo de partículas magnéticas consiste básicamente en magnetizar la pieza a inspeccionar, aplicar las partículas magnéticas (polvo fino de limaduras de hierro) y evaluar las indicaciones producidas por la agrupación de las partículas en ciertos puntos. Este proceso varía según los materiales que se usen, los defectos a buscar y las condiciones físicas del objeto de inspección.

Según el fin que persigan se clasifican en dos grupos:

Métodos magnetoscopios: si detectan los fallos del material (grietas, porosidades, inclusiones).

Métodos analíticos: si determinan la especie y estado del material (composición, tamaño del grano, tensiones internas, tratamientos térmicos, durezas, etc.).

En esta técnica los defectos pueden hacerse visibles proyectando sobre la pieza un polvo magnético muy fino (hierro carbonilo o magnetita); entonces las partículas se acumulan en mayor cantidad, formando un relieve en los lugares donde la perturbación tiene lugar. La aplicación del polvo magnético se lleva a cabo según dos técnicas distintas:

En seco: Se utiliza esta nomenclatura cuando las partículas son aplicadas en seco espolvoreándolas uniformemente sobre la pieza. Se puede emplear en el control de piezas sin mecanizar (moldeo, forja, soldadura, etc.). Es también más sensible que el húmedo para detectar defectos interiores.

En suspensión en líquidos: En esta técnica, las partículas se encuentran dispersas en un líquido (agua, queroseno o aceite). Así se facilita el desplazamiento de las partículas y se obtienen buenos resultados, sobre todo, en piezas con superficies lisas. El líquido magnético se puede aplicar: por su pulverización, por inmersión o con un pincel.

Utilizando suspensiones de polvo magnético coloreado o fluorescente, se favorece el examen cuando la superficie es negra.

CAPITULO V

PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS A EQUIPOS MECANICOS-ELECTRICOS-HIDRAULICOS

5.1 OBJETIVO

Definir procedimientos y métodos que permitan la prevención de fallas por la vía de: inspecciones, mantención sintomática e intervenciones sobre los equipos.

Lo anterior tendiente a reducir al máximo las fallas imprevistas en los equipos de la empresa.

5.2 DESARROLLO

Para desarrollar el plan de prevención de fallas necesariamente se debe definir la criticidad de cada equipo, lo cual se realizó de la siguiente manera:

Equipo crítico: Se definió que el equipo o máquina es crítico cuando cumple los siguientes criterios:

- No existe máquinas o equipos de reemplazo en la empresa.
- Dificultad para encontrar servicio externo.
- Afecta la producción.
- Costo de servicio externo mayor al interno.

Equipo no Crítico: Se definió que el equipo o máquina es no crítico cuando cumple los siguientes criterios:

- Existe reemplazo en la empresa.
- Facilidad para encontrar servicio externo.
- No afecta la producción.
- Costo de servicio externo igual o menor al costo interno.

Para lo expuesto anteriormente se ha desarrollado un plan de prevención de falla que permita garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos. El plan consta de:

- Inspección
- Seguimiento
- Intervenciones

La descripción de cada una de estas partes están de acuerdo a:

Inspección: es la actividad asociada a revisar el comportamiento del equipo aplicando la técnica apropiada y recogiendo antecedentes de los operadores, haciendo uso para ello de la plantilla guía.

Seguimiento: en función de la información obtenida durante el proceso de inspección se establece la intervención necesaria o en su defecto las respectivas falencias.

Intervención: es la actividad asumida de corregir y/o reparar todo aquello que se indica en la plantilla de inspección y que garantice la confiabilidad y disponibilidad.

5.3 LISTADO DE EQUIPOS.

Se estableció en conjunto con el departamento de ingeniería el listado de equipos que tienen mayor relevancia en el proceso productivo de la empresa, los que fueron incluidos para desarrollar dicho plan de prevención de fallas, con el objetivo de asegurar un funcionamiento continuo tanto desde el punto de vista de la confiabilidad y disponibilidad.

Tabla 5.
Listado de equipos

ITEM	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	CODIGO	CRITICO	NO CRITICO
1	Máq. Soldar MIG	Indura	Amigo 453	MS-020		√
2	Máq. Soldar MIG	Indura	Amigo 453	MS-045		√
3	Máq. Soldar MIG	Indura	Amigo 453	MS-046		√
4	Máq. Soldar MIG	Kemppi	---	MS-037		√
5	Máq. Soldar AM	Kemppi	Mini Arc 150	MS-035		√
6	Máq. Soldar AM	Kemppi	Mini Arc 150	MS-036		√
7	Máq. Soldar AM	Kemppi	Mini Arc 150	MS-038		√
8	Máq. Soldar AM	Kemppi	Mini Arc 150	MS-039		√
9	Máq. Soldar AM	Kemppi	Mini Arc 150	MS-040		√
10	Máq. Soldar AM	Kemppi	Mini Arc 150	MS-041		√
11	Cilindradora C1	---	---	CL-001		√
12	Cilindradora C2	---	---	CL-002		√
13	Torno (T1)	Shenyang	CA62508	TN-003		√
14	Torno (T2)	Shenyang	CA62618	TN-004		√
15	Máq. Balanceadora(MB1)	---	---	MB-001		√
16	Máq. Balanceadora(MB2)	---	---	MB-002		√
17	Esmeril de sobremesa	BMI	---	ES-001		√
18	Taladro de columna	Johansson	---	TC-001	√	
19	Prensa hidráulica	---	---	PH-001	√	
20	Sierra huincha	Bandsiw	---	SH-001	√	
21	Puente grúa	Kito	---	PG-001	√	
22	Grúa levante	---	---	GR-001	√	
23	Compresor	Schulz	---	CMP-001	√	
24	Pantógrafo CNC	PNC-10	ELITE	PA-001	√	
25	Fresadora	Cincinnati	---	FR-002	√	
26	Limadora	Ebenhardt	---	LM-001	√	
27	Dobladora hidráulica	Sahinler	---	DH-001	√	
28	Guillotina hidráulica	Skand	QC11Y-6X3200	GH-001	√	
29	Plegadora hidráulica	Skand	WC67Y-125/4000	PG-001	√	

5.4 PLAN DE INSPECCION-MANTENCION

En este punto se realiza la descripción de las actividades que se requieren para el diagnóstico del estado de cada equipo, entregando las descripciones, características y criticidad de estos. Luego se da a conocer una plantilla que contiene los tiempos de inspección* y las actividades a realizar en los mecanismos o partes principales. Para complementar aún mas se indican las técnicas necesarias a utilizar en cada caso, de las que resaltan:

- Análisis de vibraciones.
- Inspección termográfica
- Alineamiento
- Técnicas superficiales
- Inspección visual

Además, se adjunta en los anexos parámetros que servirán para analizar los resultados de cada técnica, lo que ayudará a realizar los diagnósticos de los equipos.

*(Tiempos de inspección): La frecuencia de las inspecciones de los mecanismos y partes varían de acuerdo al uso que tienen en la empresa. Debido a esto, se puede presentar que partes que son iguales tienen frecuencias de inspecciones distintas.

5.4.1 CILINDRADORAS (C1- C2).

5.4.1.1 Tabla de descriptiva.

 Turbomecánica Ltda.	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS	
Nombre	Cilindradoras.	Código: CL-001 - CL-002
Descripción	Se componen de 3 cilindros, uno superior y dos inferiores los cuales en conjunto convierten las planchas de acero en ductos. Los cilindros inferiores están conectados al sistema de transmisión, lo que genera el avance de la plancha. El cilindro superior se regula a través de tornillos para producir la curva deseada en el material. Origen: TURBOMECANICA LTDA.	
Características	Cilindradora 1: Potencia motor: 3 KW. Ancho de dobléz: 1500 mm. Espesor de dobléz: 3 mm.	Cilindradora 2: Potencia motor: 4 KW. Ancho de dobléz: 2000 mm. Espesor de dobléz: 5 mm.
Categoría	No crítico.	



Figura 4.
Cilindradora 1.



Figura 5.
Cilindradora 2.

5.4.1.2 Tabla de inspección.

		TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Equipo: Cilindradoras.		Código: CL-001 - CL-002	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Polines	Verificar estado de los muñones y excentricidad.	Realizar inspección visual y medir excentricidad.	12 meses
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	36 meses
Sistema de transmisión	Revisar: Desgaste y tensión de la cadena, estado de los Sprockett y presencia de contaminantes y/o oxidación en la grasa.	Realizar inspección visual a las cadenas. Inspección visual a los Sprocket.	6 meses
		Alineamiento entre Sprocketts (piñón-corona) en caso existir vibraciones. Inspección visual al lubricante.	12 meses
Sistema eléctrico	Verificar que no existan soldaduras en las conexiones del panel y revisar el estado del cable de alimentación.	Realizar inspección visual.	1 mes
		Efectuar inspección termográfica.	12 meses
Tornillos de reguladores	Revisar desgaste y presencia de contaminantes y/o oxidación en la grasa.	Realizar inspección visual a los hilos. Inspección visual al lubricante.	12 meses

Bujes	Revisar desgaste de los bujes y presencia de contaminantes y/o oxidación en la grasa.	Realizar inspección visual: A los bujes y al lubricante.	12 meses
Rodamientos (Sellados)	Inspeccionar soldaduras.	Realizar análisis de vibraciones.	12 meses
	Inspeccionar fugas.	Inspección visual.	

5.4.2 TORNOS PARALELOS (T1-T2).

5.4.2.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN FALLAS	
Nombre	Tornos paralelos.	Código: TN-003 - TN-004
Descripción	Son máquinas herramientas que permiten mecanizar piezas de metal u otro material. El funcionamiento se basa en un sistema de transmisión que transfiere el movimiento proveniente desde el motor al husillo, el cual a su vez hace girar el plato que sujeta la pieza a mecanizar. Mediante una herramienta de corte se remueve material de la pieza. Origen: China.	
Características	Torno 1: Volteo: 500 mm. Distancia entre puntos: 1500 mm.	Torno 2: Volteo: 610 mm. Distancia entre puntos: 2000 mm.
Categoría	No crítico.	



Figura 6.
Torno 1.



Figura 7.
Torno 2.

5.4.2.2 Tabla de inspección.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS		
Equipo: Tornos paralelos.		Código: TN-003 - TN-004	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Revisar el estado del cable de alimentación.	Realizar inspección visual.	1 mes
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar análisis de vibraciones.	36 meses
		Realizar inspección visual	6 meses
Sistema de transmisión	Revisar desgaste y tensión correas. Verificar que las poleas se encuentren alineadas.	Realizar: Inspección visual a las correas. Inspección visual de las poleas. Alineamiento entre poleas en caso de existir vibraciones. Ajustar tensión en caso de ser necesario.	6 meses
Sistema control	Comprobar que las botoneras y palancas se encuentren operativas.	Revisar funcionamiento.	Antes de cada uso
Sistema de sujeción de piezas	Verificar el correcto funcionamiento del plato y la contrapunta.	Revisar funcionamiento.	6 meses
Nonios	Verificar si los desplazamientos reales coinciden con la graduación de los tambores.	Revisar.	6 meses

Sistema de lubricación	Comprobar que la bomba y distribuidor de aceite funcionen correctamente.	Revisar funcionamiento e inspección visual.	12 meses
Caja de velocidades	Revisar engranajes, nivel y estado del aceite (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual (engranajes y aceite).	12 meses
		Técnicas superficiales a los engranajes.	24 meses
Bancada	Revisar el estado de las guías.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Medir planitud.	24 meses
Rodamientos (Sellados)	Inspeccionar soldaduras.	Realizar análisis de vibraciones.	12 meses
	Inspeccionar fugas.	Inspección visual.	

5.4.3 MAQUINAS BALANCEADORAS (MB1- MB2).

5.4.3.1 Tabla descriptiva.

 Turbomecánica Ltda.	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS	
Nombre	Máquinas balanceadoras.	Código: MB-001 - MB-002.
Descripción	Son usadas para el balanceo de piezas rotativas como rotores de: motores eléctricos, bombas y ventiladores. La pieza a balancear se hace girar mediante una correa conectada al motor, con el sistema computacional se revisa el estado de balanceo de la pieza, para posteriormente agregar o quitar peso según corresponda. Origen: MB1: México. MB2: TURBOMECANICA LTDA.	
Características	MB1: Peso máximo: 2300 kg. Potencia motor: 4 KW. Largo bancada: 2,5 m.	MB2: Peso máximo: 5000 kg. Potencia motor: 10 KW. Largo bancada: 4 m.
Categoría	No critico.	



Figura 8.
Máq. Balanceadora 1.



Figura 9.
Máq. Balanceadora 2.

5.4.3.2 Tabla de inspección.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS		
Equipo: Máquinas balanceadoras.		Código: MB-001 – MB-002.	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Revisar el estado de los cables.	Realizar inspección visual.	1 mes
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	24 meses
Bancada	Comprobar que las guías se encuentren libres de suciedad y lubricadas.	Realizar inspección visual y limpieza.	Semanalmente
Pedestal fijo y móvil	Comprobar que las guías se encuentren libres de suciedad y lubricadas.	Realizar inspección visual y limpieza.	Semanalmente
Rodamientos	Inspeccionar la presencia de ruido, solturas, fugas y vibraciones.	Realizar inspección visual.	3 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	6 meses
Descansos flotantes	Comprobar que se muevan libremente, ya que son los encargados de captar las vibraciones durante el balanceo.	Revisar.	Semanalmente
Computador	Limpieza.	-----	Semanalmente

5.4.4 ESMERIL DE SOBREMESA.

5.4.4.1 Tabla descriptiva.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS	
Nombre	Esmeril de sobremesa.	Código ES-001
Descripción	Es una máquina para esmerilar montada en un banco. Consta de un motor eléctrico a cuyo eje de giro se acoplan discos en ambos extremos. Posee un disco de esmeril de grano grueso para desbastar o quitar aristas de piezas metálicas. Origen: China.	
Características	Potencia motor: 0,9 KW.	
Categoría	No Crítico.	



Figura 10.
Esmeril de sobremesa.

5.4.4.2 Tabla de inspección.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	<p>TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS</p>		
<p>Equipo: Esmeril de sobremesa.</p>		<p>Código: ES-001</p>	
<p>Mecanismo / Parte</p>	<p>Actividad</p>	<p>Procedimientos y técnicas</p>	<p>Frecuencia</p>
<p>Sistema eléctrico</p>	<p>Revisar el estado del cable de alimentación.</p>	<p>Realizar inspección visual.</p>	<p>2 meses</p>
<p>Motor eléctrico</p>	<p>Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.</p>	<p>Realizar inspección visual.</p>	<p>12 meses</p>

5.4.5 MAQUINAS DE SOLDAR (ARCO MANUAL).

5.4.5.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Máquinas de soldar (Arco manual).	Código: MS: 035 - 036 - 038 - 039 040 - 041.
Descripción	Basan su funcionamiento en la creación de un arco eléctrico entre una varilla metálica revestida (electrodo) y la pieza a soldar. El arco genera calor, el cual funde parcialmente el material base y el electrodo, formándose un cordón de soldadura. Su uso es indispensable en el área de ensamble para la unión de diversos elementos. Origen: China.	
Características	Tipos de electrodos: Básicos- rútilicos- celulósicos- inoxidables. Diámetro electrodo: 1,6 mm - 4,0mm	
Categoría	No crítico.	



Figura 11.
Máq. soldar (Arco manual).

5.4.5.2 Tabla de inspección.

		TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS	
Equipo: Máquinas de soldar (Arco manual).		Código: MS: 035 - 036 - 038 - 039 - 040 - 041.	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Porta electrodo	Verificar el estado del material aislante del mango.	Realizar inspección visual.	Antes de cada uso
Terminales de conexión	Verificar que los terminales no se encuentran quemados.	Realizar inspección visual.	3 meses
Cables conductores	Revisar los cables, verificando que no se encuentren cortados.	Realizar inspección visual.	1 mes
Pinzas	Verificar que la superficie de contacto no presenta deformaciones.	Realizar inspección visual.	Antes de cada uso
Unidad completa	Limpieza.	Limpiar el interior con aire seco comprimido para desalojar el polvo acumulado.	6 meses

5.4.6 MÁQUINAS DE SOLDAR (MIG).

5.4.6.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Máquinas de soldar (MIG).	Código: MS: 020 - 045 - 046 - 037.
Descripción	Su funcionamiento se basa en la creación de un arco eléctrico entre un electrodo de hilo continuo y la pieza a soldar, protegido por una atmósfera de gas inerte que ayuda a estabilizar el arco. El calor generado por el arco, funde el material base y el electrodo, formando un cordón de soldadura de alta calidad. Se utilizan para la unión de elementos y para revestir los alabes de ventiladores. Origen: Indura: Chile. Kemppi: China.	
Características	Material base: Acero al carbono: 0,6 – 1,2 mm. Acero inoxidable: 0,9 – 1,2 mm.	
Categoría	No crítico.	



Figura 12.
Máq. soldar MIG
Indura.



Figura 13.
Máq. soldar MIG
Kemppi.

5.4.6.2 Tabla de inspección.

		TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Equipo: Máquinas de soldar (MIG).		Código: Indura MS: 020 – 045 – 046 - 037.	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Pistola	Verificar que la pistola no se encuentre obstruida, para permitir el libre flujo del alambre.	Realizar inspección visual.	Antes de cada uso
Terminales de conexión	Verificar que los terminales no se encuentran quemados.	Realizar inspección visual.	3 meses
Cables conductores	Revisar los cables, verificando que no se encuentren cortados.	Realizar inspección visual.	1 mes
Pinzas	Verificar que la superficie de contacto no presenta deformaciones.	Realizar inspección visual.	Antes de cada uso
Unidad alimentadora de alambre	Verificar que los rodillos no están ejerciendo presión excesiva sobre el alambre, ya que esto dificulta la alimentación.	Realizar inspección visual.	Antes de cada uso
Unidad completa	Limpieza.	Limpiar el interior con aire seco comprimido para desalojar el polvo acumulado.	6 meses

5.4.7 PRENSA HIDRAULICA.

5.4.7.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Prensa hidráulica.	Código: PH-001
Descripción	Consta de una estructura rígida la cual sirve de soporte para el cilindro que ejerce presión sobre una matriz para obtener piezas mediante el proceso de conformado. El cilindro forma parte de un sistema hidráulico accionado eléctricamente. Origen: TURBOMECANICA LTDA.	
Características	Presión máxima: 30 Ton. Dimensiones de las matrices: 300 mm. Espesor de las planchas: 3 mm. Se recomienda aceite hidráulico tipo SAE 46 (Referencia: Shell Tellus 46, o similar).	
Categoría	Crítico.	



Figura 14.
Prensa hidráulica.

5.4.7.2 Tabla de inspección.

 Turbomecánica Ltda.	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS		
Equipo: Prensa hidráulica.		Código: PH-001	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Estructura	Revisar soldaduras, ya que puede existir pandeo en las vigas.	Realizar técnicas superficiales.	12 meses
Sistema hidráulico	Revisar el filtro de succión, nivel y estado del aceite hidráulico (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual al filtro y al aceite hidráulico.	12 meses
Sistema eléctrico	Revisar el estado del cable de alimentación.	Realizar inspección visual.	1 mes

5.4.8 SIERRA HUINCHA.

5.4.8.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Sierra huincha.	Código: SH-001
Descripción	Permite realizar operaciones de corte en diferentes tipos de acero. El funcionamiento se basa en la transmisión de movimiento por intermedio de poleas y correas desde el motor eléctrico a la sierra. Trabaja en conjunto con un sistema hidráulico, el cual permite que la sierra suba y baje automáticamente. Origen: China.	
Características	Potencia motor: 1.5 KW. Permite cortar todo tipo de aceros, excepto el inoxidable. Se recomienda aceite hidráulico tipo SAE 46 (Referencia: Shell Tellus 46, o similar).	
Categoría	Crítico.	



Figura 15.
Sierra huincha.

5.4.8.2 Tabla de inspección.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS		
Equipo: Sierra huincha.		Código: SH-001	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Verificar que no existan soldaduras en las conexiones del panel y revisar el estado del cable de alimentación.	Realizar inspección visual.	1 mes
		Efectuar inspección termográfica.	12 meses
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar análisis de vibraciones.	24 meses
		Realizar inspección visual.	6 meses
Sistema de transmisión	Revisar desgaste y tensión correas. Verificar que las poleas se encuentren alineadas.	Realizar: Inspección visual a las correas. Inspección visual de las poleas. Alineamiento entre poleas en caso de existir vibraciones. Ajustar tensión en caso de ser necesario.	6 meses
Sistema hidráulico	Revisar el filtro de succión, nivel y estado del aceite hidráulico (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual al filtro y al aceite hidráulico.	12 meses
Sistema de refrigeración	Se debe revisar que los conductos que transportan el fluido de corte no se encuentren obstruidos.	Realizar inspección visual.	Antes de cada uso
Sistema de control	Comprobar que las botoneras encuentren operativas.	Revisar funcionamiento.	Antes de cada uso

Sierra de corte	Verificar que los dientes de la sierra se encuentren en condiciones operativas.	Realizar inspección visual.	1 mes
Rodamientos (Sellados)	Inspeccionar solturas.	Realizar análisis de vibraciones.	12 meses
	Inspeccionar fugas.	Inspección visual.	

5.4.9 FRESADORA VERTICAL.

5.4.9.1 Tabla descriptiva

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Fresadora vertical.	Código: FR-001
Descripción	<p>Es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta, mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte, denominada fresa. El husillo está dispuesto verticalmente y formando un ángulo recto con la superficie de la mesa. Este husillo tiene un movimiento vertical y la mesa puede moverse vertical, longitudinal y transversalmente.</p> <p>Se utiliza principalmente para obtener superficies planas y chaveteros.</p> <p>Origen: E.E.U.U</p>	
Características	<p>Potencia motores: Motor husillo: 10 HP. Motor avance mesa: 5 HP.</p>	
Categoría	Crítico.	



Figura 16.
Fresadora vertical.

5.4.9.2 Tabla de inspección.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS		
Equipo: Fresadora vertical.		Código: FR-001	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Revisar el estado del cable de alimentación.	Realizar inspección visual.	1 mes
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	36 meses
Sistema de transmisión	Revisar desgaste y tensión correas. Verificar que las poleas se encuentren alineadas.	Realizar: Inspección visual a las correas. Inspección visual de las poleas. Alineamiento entre poleas en caso de existir vibraciones. Ajustar tensión en caso de ser necesario.	6 meses
Sistema de control	Comprobar que las botoneras y palancas se encuentren operativas.	Revisar funcionamiento.	Antes de cada uso
Caja de velocidades	Revisar el estado de los engranajes y estado del aceite (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual (engranajes y aceite).	12 meses
		Técnicas superficiales a los engranajes.	24 meses
Mesa	Verificar que la mesa esté totalmente alineada.	Medir planitud.	6 meses

Nonios	Verificar si los desplazamientos reales coinciden con la graduación de los tambores.	Revisar.	6 meses
Eje portafresas	Verificar el posible descentrado.	Medir.	6 meses
Rodamientos (Sellados)	Inspeccionar soldaduras.	Realizar análisis de vibraciones.	12 meses
	Inspeccionar fugas.	Inspección visual.	

5.4.10 LIMADORA MECANICA.

5.4.10.1 Tabla descriptiva.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Limadora mecánica.	Código: LM-001
Descripción	Son usadas generalmente para el mecanizado de superficies planas mediante el movimiento horizontal de la herramienta. La mesa que sujeta la pieza a mecanizar realiza un movimiento de avance transversal, que puede ser intermitente para realizar determinados trabajos, como la generación de una superficie plana o ranuras. Es apropiada para la producción en pequeña escala. Origen: E.E.U.U	
Características	Potencia motor: 2 HP. Largo de la carrera: 500 mm.	
Categoría	Crítico.	



Figura 17.
Limadora mecánica.

5.4.10.2 Tabla de inspección.

		TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Equipo: Limadora mecánica.		Código: LM-001	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Revisar el estado del cable de alimentación.	Realizar inspección visual.	1 mes
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	36 meses
Sistema de transmisión	Revisar desgaste y tensión correas. Verificar que las poleas se encuentren alineadas.	Realizar: Inspección visual a las correas. Inspección visual de las poleas. Alineamiento entre poleas en caso de existir vibraciones. Ajustar tensión en caso de ser necesario.	6 meses
Sistema de control	Comprobar que las botoneras y palancas se encuentren operativas.	Revisar funcionamiento.	Antes de cada uso
Caja de velocidades	Revisar el estado de los engranajes y estado del aceite (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual (engranajes y aceite).	12 meses
		Técnicas superficiales a los engranajes.	24 meses
Guías del carnero	Revisar que se encuentren lubricadas y ajustadas.	Realizar inspección visual y ajustar en caso de que exista juego en el desplazamiento del carnero.	6 meses

Mesa	Verificar que la mesa esté totalmente alineada.	Realizar inspección visual y medir planitud.	6 meses
Nonios	Verificar si los desplazamientos reales coinciden con la graduación de los tambores.	Revisar.	6 meses
Rodamientos (Sellados)	Inspeccionar soldaduras y nivel de picadura.	Realizar análisis de vibraciones.	12 meses
	Inspeccionar fugas.	Inspección visual.	

5.4.11 COMPRESOR.

5.4.11.1 Tabla descriptiva.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Compresor.	Código: CMP-001
Descripción	Basa su funcionamiento en la aspiración de aire del ambiente, para luego comprimirlo mediante pistones y almacenarlo en su interior. Este aire es regulado a su salida, mediante un manómetro. Origen: Alemania.	
Características	Tipo: De pistón. N° etapas: 1. Potencia motor: 5 HP. Presión de trabajo: 12 Bar. Capacidad: 200 lts.	
Categoría	Crítico.	



Figura 18.
Compresor.

5.4.11.2 Tabla de inspección.

		TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS	
Equipo: Compresor.		Código: CMP-001.	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Revisar el estado del cable de alimentación.	Realizar inspección visual.	1 mes
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	24 meses
Sistema de transmisión	Revisar desgaste y tensión correas. Verificar que las poleas se encuentren alineadas.	Realizar: Inspección visual a las correas. Inspección visual de las poleas. Alineamiento entre poleas en caso de existir vibraciones. Ajustar tensión en caso de ser necesario.	6 meses
Filtro de aspiración	Verificar que el filtro se encuentra en buen estado.	Realizar inspección visual. Limpiar o cambiar en caso de ser necesario.	3 meses
Manómetro	Verificar que se encuentre calibrado.	Calibrar en caso de ser necesario.	6 meses
Estanque	Verificar que no existan fisuras o grietas.	Realizar técnicas superficiales.	36 meses
Sistema de lubricación	Inspeccionar el filtro, nivel y estado del aceite (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual al filtro y al aceite.	12 meses

5.4.12 PUENTE GRUA.

5.4.12.1 Tabla descriptiva.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Puente grúa.	Código: PG-001.
Descripción	Su uso es imprescindible en la planta, ya que permite el movimiento de estructuras de gran envergadura. Se moviliza por una viga horizontal que se extiende a lo largo de dos carriles separados ampliamente. Son operados mediante controles. Origen: Japón	
Características	Potencia motores Motor elevación: 4 HP. Motor de desplazamiento: Carga máxima: 3 Ton. Longitud de la viga: 20 m. Longitud máxima de desplazamiento: 30 m.	
Categoría	Crítico.	



Figura 19.
Puente grúa.

5.4.12.2. Tabla de inspección.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS		
Equipo: Puente grúa.		Código: PG-001.	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Verificar que los cables no se encuentren dañados e inspeccionar controladores, interruptores, contactos.	Realizar inspección visual.	1 mes
		Realizar inspección termográfica. Medir aislamiento.	12 meses
Motores eléctricos (elevación y desplazamiento)	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	24 meses
Sistema de rodadura y desplazamiento	Verificar que los carriles de desplazamiento se encuentren libres de aceite y/o grasa.	Realizar inspección visual.	1 mes
Viga del puente	Verificar que la viga no se encuentra deformada o dañada.	Realizar: Inspección visual. Medición.	12 meses
Freno	Comprobar el correcto funcionamiento del sistema.	Ajustar en caso de ser necesario.	6 meses
Cadena y gancho	Comprobar que el cierre del gancho se realiza de manera correcta. Inspeccionar estado de la cadena.	Inspección visual y revisión.	Antes de cada uso
Huinche	Revisar estado de la grasa (contaminación y/o oxidación).	Realizar inspección visual.	12 meses

5.4.13 DOBLADORA HIDRAULICA.

5.4.13.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Dobladora hidráulica.	Código: DH-001.
Descripción	Posee tres rodillos, uno superior y dos inferiores. Los tres rodillos poseen movimiento rotacional para lograr el avance o retroceso del material a trabajar, sin embargo, es el rodillo superior el que realiza un movimiento vertical accionado por un sistema hidráulico, que permite curvar el material. Se usa principalmente para curvar platinas, perfiles, barras y tubos. Origen: Turquía.	
Características	Potencia motor: 1,12 KW. Potencia hidráulica: 8 Ton. Se recomienda aceite hidráulico tipo SAE 46 (referencia Shell Tellus 46, o similar). Permite curvar todo tipo de acero.	
Categoría	Crítico.	



Figura 20.
Dobladora hidráulica.

5.4.13.2 Tabla de inspección.

		TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS	
Equipo: Dobladora hidráulica.		Código: DH-001.	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Revisar el tablero eléctrico para identificar posibles soldaduras y verificar que los cables no se encuentren dañados.	Realizar inspección visual.	1 mes
		Realizar inspección termografica.	12 meses
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	24 meses
Sistema hidráulico	Revisar el filtro de succión, nivel y estado del aceite hidráulico (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual al filtro y al aceite hidráulico,	12 meses
Sistema de transmisión	Revisar estado de los engranajes y de la grasa (contaminación y/o oxidación).	Realizar inspección visual a los engranajes y a la grasa.	12 meses
Sistema de control	Comprobar que las botoneras y pedaleras se encuentren operativas.	Revisar funcionamiento.	Antes de cada uso
Rodillos	Revisar existencia de deformaciones.	Realizar : Inspección visual. Mediciones.	6 meses
Bujes	Revisar desgaste de los bujes y estado de la grasa (contaminación y/o oxidación).	Realizar inspección visual.	6 meses

Rodamientos (Sellados)	Inspeccionar soldaduras.	Realizar análisis de vibraciones.	12 meses
	Inspeccionar fugas.	Inspección visual.	

5.4.14 PANTOGRAFO CNC.

5.4.14.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Pantógrafo CNC.	Código: PA-001.
Descripción	La máquina permite cortar por oxigas y plasma para realizar trazados complejos de contornos y siluetas, como líneas rectas, círculos, formas programadas y biselados rectos, con gran precisión. La modalidad oxigas permite cortar aceros de baja aleación, mientras que el sistema plasma permite cortar aceros al carbono y aceros inoxidables.	
Características	Ancho de corte: 1250 mm. Largo de corte: 1500 mm. Velocidad de corte: 3000 mm/min. Espesor de corte máximo: Oxigas: 50 mm. Plasma: aceros al carbono: 35 mm. aceros inoxidables: 20 mm.	
Categoría	Crítico.	



Figura 21.
Pantógrafo CNC.

5.4.14.2 Tabla de inspección.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS		
Equipo: Pantógrafo CNC.		Código: PA-001.	
Mecanismo / Parte	Actividad	Técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Comprobar si el cable está dañado.	Realizar inspección visual.	1 mes
Mangueras	Revisar que no presenten fugas.	Realizar inspección visual.	1 mes
Boquilla	Verificar que la boquilla no se encuentre tapada, que no presente grietas o fisuras.	Realizar inspección visual.	Semanalmente
Riel guía	Limpieza.	-----	Después de cada uso
Controlador CNC	Limpieza.	-----	Después de cada uso

5.4.15 GUILLOTINA HIDRAULICA.

5.4.15.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Guillotina hidráulica.	Código: GH-001
Descripción	Esta máquina permite cortar planchas de metal, es accionada por un sistema hidráulico. Este sistema está compuesto principalmente por 6 actuadores de doble efecto, los cuales cumplen la función de sujetar la plancha y entregar la fuerza necesaria para que la cuchilla haga el corte. Permite realizar cortes rectos de placas de metal, con un espesor de corte relativamente pequeño, también puede cortar las placas de acero de baja aleación, acero inoxidable y aceros de resorte. Origen: China.	
Características	Potencia: 7.5 KW. Espesor de corte: 10 mm. Ancho de corte: 3200 mm. Máxima fuerza de corte: 22 Ton. Presión bomba hidráulica: 31.5 Mpa. Se recomienda aceite hidráulico tipo SAE 46 (Referencia: Shell Tellus 46, o similar).	
Categoría	Crítico.	



Figura 22.
Guillotina hidráulica.

5.4.15.2 Tabla de inspección.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS		
Equipo: Guillotina hidráulica		Código: GH-001	
Mecanismo / Parte	Actividad	Técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Revisar dispositivos eléctricos y electrónicos: relé, transformador y contactor. Inspeccionando posibles soldaduras de conexiones o cables dañados.	Realizar inspección visual.	1 mes
		Realizar inspección termográfica.	12 meses
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Análisis de vibraciones.	24 meses
Sistema hidráulico	Revisar el filtro de succión, nivel y estado del aceite hidráulico (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual al filtro y al aceite hidráulico.	3 meses
Sistema de control	Comprobar que los interruptores y las pedaleras se encuentren operativas.	Inspección visual	Antes de cada uso
Cuchillo	Revisar alineación de los cuchillos.	Realizar ajuste.	Semanalmente
Sistema de corte y sujeción hidráulica	Verificar el correcto estado de las electroválvulas, válvulas, mangueras y actuadores.	Revisar funcionamiento.	1 mes

5.4.16 GRUA LEVANTE.

5.4.16.1 Tabla descriptiva.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Grúa levante	Código: GL-001
Descripción	Son equipos de levante conocidos como “banderas” que permiten la traslación, levante y el giro sobre un eje de la carga. Su funcionamiento es similar al del puente grúa, pero la diferencia es que este solo se mueve por el riel.	
Características	Capacidad Máx.: 2 Ton. Potencia motor : 2 HP Radio de giro: 2500 mm.	
Categoría	Crítico.	



Figura 23.
Grúa levante.

5.4.16.2 Tabla de inspección.

		TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Equipo: Grúa levante		Código: GL-001	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Verificar que los cables no se encuentren dañados e inspeccionar controladores e interruptores.	Realizar inspección visual.	1 mes
		Realizar inspección termográfica.	12 meses
Motores eléctricos	Se debe inspeccionar el motor de elevación y de desplazamiento.	Realizar análisis de vibraciones.	24 meses
Sistema de rodadura y desplazamiento	Verificar que el carril de desplazamiento se encuentre libre de aceite o grasa.	Inspección visual.	1 mes
Viga del puente	Verificar que la viga no se encuentra deformada o dañada.	Realizar: Inspección visual. Medición.	6 meses
Freno	Comprobar el correcto funcionamiento del sistema.	Ajustar en caso de ser necesario.	6 meses
Cadena y gancho	Comprobar que el cierre del gancho se realiza de manera correcta. Inspeccionar estado de la cadena.	Inspección visual y revisión.	Antes de cada uso
Huinche	Verificar que la lubricación es correcta.	Sustituir lubricante en caso de encontrarse deficiente.	6 meses

5.4.17 TALADRO DE COLUMNA.

5.4.17.1 Tabla descriptiva.

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS	
Nombre	Taladro de columna.	Código: TC-001.
Descripción	Se utiliza para realizar perforaciones en distintos tipos de aceros. Su funcionamiento se basa en la rotación de una broca acoplada a un mandril, que es impulsado a través de correas por un motor eléctrico y en un movimiento de avance, que en este caso se realiza de forma manual. Origen:	
Características	Potencia motor: 2 HP.	
Categoría	Crítico.	



Figura 24.
Taladro de columna.

5.4.17.2 Tabla de inspección.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCIÓN DE FALLAS		
Equipo: Taladro de columna.		Código: TC-001.	
Mecanismo / Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Comprobar si el cable esta dañado.	Realizar inspección visual.	2 meses
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones	36 meses
Sistema de transmisión	Revisar desgaste y tensión correas. Verificar que las poleas se encuentren alineadas.	Realizar: Inspección visual a las correas. Inspección visual de las poleas. Alineamiento entre poleas en caso de existir vibraciones. Ajustar tensión en caso de ser necesario.	12 meses
Sistema de fijación de la mesa	Verificar que el tornillo de fijación se encuentre operativo.	Revisar funcionamiento.	Antes de cada uso
Sistema de control	Comprobar que las botoneras y palancas se encuentren operativas.	Revisar funcionamiento.	Antes de cada uso
Mandril	Verificar el posible descentrado.	Medición.	6 meses
Nonios	Verificar si los desplazamientos reales coinciden con la graduación de los tambores.	Revisión.	6 meses

5.4.18.2 Tabla de inspección.

	TURBOMECANICA INGENIEROS PLAN DE PREVENCION DE FALLAS		
Equipo: Plegadora hidráulica		Código: PH-001	
Mecanismo/ Parte	Actividad	Procedimientos y técnicas	Frecuencia
Sistema eléctrico	Revisar dispositivos eléctricos y electrónicos: relé, transformador y contactor. Inspeccionando posibles soldaduras de conexiones o cables dañados.	Realizar inspección visual.	1mes
		Realizar inspección termográfica.	12 meses
Motor eléctrico	Inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, elevación de temperatura, rodamientos y ruidos.	Realizar inspección visual.	6 meses
		Realizar análisis de vibraciones.	24 meses
Sistema hidráulico	Revisar el filtro de succión, nivel y estado del aceite hidráulico (presencia de contaminantes).	Realizar inspección visual al filtro y aceite hidráulico.	3 meses
Sistema de control	Comprobar que los interruptores y las pedaleras se encuentren operativos.	Revisar funcionamiento.	Antes de cada uso
Punzón y matriz inferior	Revisar alineación de los cuchillos.	Realizar ajuste.	Semanalmente
Sistema de doblez hidráulico	Verificar el correcto estado de las electroválvulas, válvulas, mangueras y actuadores.	Revisar funcionamiento.	1 mes

5.5 FICHAS DE MANTENCION

Se crearon fichas con la finalidad de registrar las actividades de mantención realizadas, ya sean correctivas, preventivas o predictivas, con la finalidad de crear datos históricos que ayudaran a reconocer los componentes críticos. Además se registrarán los tiempos de inspección o intervención según sea el caso, con la idea de conocer las horas efectivas de operación, lo que permitirá calcular la disponibilidad y confiabilidad de cada equipo.

5.5.1. FICHA DE INSPECCION

En esta ficha se deberán registrar los mecanismos o partes inspeccionados, especificando la técnica utilizada y el tiempo de duración de la actividad. En la observación se deberá indicar el estado de las piezas o mecanismos y si es necesaria la intervención.

		TURBOMECANICA INGENIEROS FICHA DE INSPECCION		N°:
Fecha:				
Código:		Equipo:		
Área:		Supervisor:		
Ejecutor:		Especialidad:		
Mecanismo / Componente	Actividad	Tiempo (minutos)	Observación	

5.5.2. FICHA DE INTERVENCION

Registrará las actividades de corrección y/ o reparación, el tiempo de duración de la actividad y los repuestos o materiales utilizados (insumos).

 <p>Turbomecánica Ltda.</p>	TURBOMECANICA INGENIEROS FICHA DE INTERVENCION		N°:
Fecha:			
Código:		Equipo:	
Área:		Supervisor:	
Ejecutor:		Especialidad:	
Actividad	Tiempo (minutos)	Insumos	

5.5.3. FICHA DE LUBRICACION

Se registrarán el o los componentes intervenidos, indicando el tipo de actividad realizada (relleno o cambio) y el lubricante utilizado.

		TURBOMECANICA INGENIEROS CARTILLA DE LUBRICACION		N°:
Fecha:				
Código:		Equipo:		
Área:		Supervisor:		
Ejecutor:		Especialidad:		
Componente	Actividad	Lubricante	Tiempo (minutos)	

CAPITULO VI

INDICADORES DE GESTION

Con el objetivo de llevar un control de la gestión de mantenimiento, se hará uso de indicadores como la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.

6.1 CONFIABILIDAD

Se define como la probabilidad de que una máquina o equipo funcione satisfactoriamente, durante un tiempo específico y bajo condiciones operativas dadas. La confiabilidad se cuantifica mediante el tiempo medio entre fallos (MTBF).

Tiempo medio entre fallos (MTBF): Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a su capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado.

$$MTBF = \frac{HROP}{NTFALLAS + 1}$$

Ecuacion1. Tiempo medio entre fallos.

Donde:

HROP = Horas de operación.

NTFALLAS =Número de fallas detectadas.

6.2 MANTENIBILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo determinado y quedar en condiciones operativas.

La mantenibilidad depende de distintos factores como:

Maquina → accesibilidad

Factores organizativos → formación del personal

Factores operativos → habilidad

Se cuantifica mediante el tiempo medio de reparaciones (MTTR).

$$MTTR = \frac{TTF}{NTFALLAS}$$

Ecuacion2. Tiempo medio de reparaciones.

Donde:

TTF = Tiempo total de fallas.

NTFALLAS = Número de fallas detectadas.

6.3 DISPONIBILIDAD

Es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que un equipo esté disponible para su uso en un periodo de calendario dado. Para realizar un análisis de disponibilidad del equipo se debe tener en cuenta los correctivos y fallos, así como las actividades de mantenimiento programado que le aplican.

La disponibilidad depende de:

- La frecuencia de las fallas.
- El tiempo que nos demande en reanudar el servicio.

Así, se tiene que:

$$Disp. = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Ecuacion3. Disponibilidad.

Donde:

MTBF = Tiempo medio entre fallos.

MTTR = Tiempo medio de reparaciones.

NOTA

La empresa busca que sus máquinas y equipos tengan una confiabilidad del 90% y una disponibilidad del 97%, con la finalidad de obtener un proceso productivo continuo, pero también mejorar la seguridad del trabajador.

Los tiempos de fallos y reparaciones se podrán obtener de los registros históricos que se crearan una vez comenzado el plan de mantenimiento.

CONCLUSION

Del presente seminario se puede obtener una buena idea de cómo diseñar e implementar un plan de mantenimiento a la falla en una empresa metalmeccánica, con el objetivo de lograr mayor confiabilidad y disponibilidad de las máquinas y equipos usados en el área de fabricación de la empresa.

Para llevarlo a cabo se realizaron inspecciones a los equipos, además de clasificarlos en elementos críticos y no críticos, con tal, de dar mayor importancia a los que afectan los procesos productivos.

En el análisis de los equipos se detalla su descripción y características relevantes, además se desglosan en sus mecanismos o partes más importantes, estas fueron incorporadas a una tabla de inspección, en esta se detalla la actividad a realizar, los procedimientos o técnicas que se deben desarrollar y la frecuencia a la cual se debe inspeccionar por el personal de mantenimiento de la empresa.

Para la ejecución de este plan de mantenimiento se realiza una inspección, seguimiento e intervención de cada equipo.

Con tal de contar registros históricos de mantenimiento se confeccionaron fichas de inspección, lubricación e intervención.

En relación a la sugerencia del procedimiento o técnicas, se trata de aprovechar el conocimiento de la empresa en dicha área de estudio, para el análisis predictivo, las técnicas recomendadas a emplear en este informe fueron explicadas anteriormente de forma sencilla y breve, de las cuales mencionamos:

Inspección visual, técnicas superficiales (tintas penetrantes y partículas magnetizables), análisis de vibraciones, termografía y alineamiento. Con respecto a esta recomendación es responsabilidad de la empresa si realizan estas operaciones.

Con este plan de mantención preventiva-predictiva se pretende lograr reducir los tiempos de falla, disminuyendo costos y logrando dar una máxima operatividad y disponibilidad de los equipos en los procesos productivos. No solo ayuda al buen funcionamiento de las máquinas, sino que también busca mejorar la seguridad del trabajador y proteger el medio ambiente con las medidas propuestas en el programa de mantención de máquinas y equipos.

BIBLIOGRAFIA

- *URRUTIA Díaz, Wilson. Apuntes asignatura de mantención.*
- *OÑATE Herbillon, Wladimir y SEPULVEDA Cifuentes, Jose. Implementación de un plan de mantención preventiva en promasa planta Temuco. Universidad del Bío Bío, 2005.*
- *CATRIL Roca, Rodrigo y VILLAGRAN Hermosilla, Santiago. Planificación de la mantención e implementación de un plan de mantención preventiva en aserraderos grupo corza coronel. Universidad del Bío Bío, 2004.*
- [<www.indura.cl>](http://www.indura.cl)
[consulta: 25 mayo 2013]
- [<www.sinais.es/curso-vibraciones.html>](http://www.sinais.es/curso-vibraciones.html)
[consulta: 6 junio 2013]
- [<www.nivelatermografia.net/termografia>](http://www.nivelatermografia.net/termografia)
[consulta: 13 junio 2013]
- www.damalini.com/Alineaci%C3%B3n-de-ejes-1119.aspx
[consulta: 3 julio 2013]

ANEXOS

PARAMETROS PARA EL ANALISIS DE VIBRACIONES

Efectuada la medición de vibraciones, se deben analizar los datos usando tablas de severidad o normas, según sea el caso, las cuales nos entregan la calidad de vibración utilizando como parámetros la velocidad de vibración y las clases. Las clases corresponden a los tipos de máquinas analizadas según su potencia, clasificándose de la siguiente manera:

Clase I: Maquinas pequeñas, bajo 15 KW ó 20 HP.

Clase II: Máquinas de tamaño mediano de 15 a 75 KW ó máquinas rígidas montadas hasta 300 KW.

Clase III: Máquinas grandes, sobre 300 KW. Montadas en soportes rígidos.

Clase IV: Máquinas rígidas sobre 300 KW. Montadas en soportes flexibles.

A continuación se presenta la tabla de severidad correspondiente a lo señalado con anterioridad.

Tabla de severidad, según NORMA ISO 10816-1, Velocidad RMS.

Velocidad de Vibración R.M.S. MM/S	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
0.28	A Buena	A Buena	A Buena	A Buena
0.45				
0.71				
1.12	B Satisfactoria	B Satisfactoria	B Satisfactoria	B Satisfactoria
1.80				
2.80	C Insatisfactoria	C Insatisfactoria	C Insatisfactoria	C Insatisfactoria
4.50				
7.10	D Inaceptable	D Inaceptable	D Inaceptable	D Inaceptable
11.2				
18.0				
28.0				

En nuestro caso todos los equipos a estudiar pertenecen a Clase I.

Tabla YATE, según NORMA ASA, Velocidad (0-PK).

	PULG/SEG	MM/S	ACCION
MUY SUAVE	0,02-0,04	0,5-1	Ninguna
SUAVE	0,04-0,08	1-2	Ninguna
ACEPTABLE	0,08-0,16	2-4	Ninguna
LEVEMENTE ASPERO	0,16-0,30	4-8	Diagnosticar. Vigilar semanalmente
ASPERO	0,30-0,60	8-16	Diagnosticar y corregir dentro de 15 días.
MUY ASPERO	más de 0,60	más de 16	Diagnosticar. Parar y corregir.

PARAMETROS DE INSPECCION TERMOGRAFICA

Efectuadas las inspecciones termográficas a un sistema o equipo eléctrico determinado, se deben analizar los resultados para adoptar la acción que corresponda. Este análisis se realiza con la información que se presenta a continuación.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN O RECHAZO PARA EQUIPOS ELÉCTRICOS SEGÚN ENDESA Nº MEE-C.10.1 PUBLICADA (1978)

Δ DE TEMPERATURA (°C)	PRIORIDAD	ACCION
Mayor a 35°C	1	Reparar dentro de 48 horas.
Menor a 35°C y mayor a 10°C	2	Reparar dentro de 3 meses.
Menor a 10°C	3	Sin reparación, seguir tendencia.

CONCEPTOS BASICOS:

Componente : Se refiere al elemento que presenta mayor temperatura.

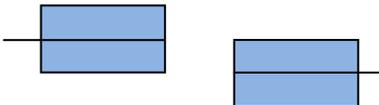
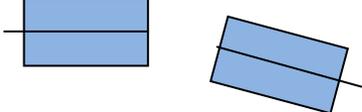
Referencia: Es aquel elemento que sirve como patrón de comparación con el componente.

Δ de temperatura: Es la diferencia de temperatura entre el elemento componente y la referencia, siendo esta la que determina la prioridad de reparación.

PARAMETROS PARA VERIFICAR ALINEAMIENTO

Si se necesita verificar el alineamiento, se deben entregados utilizar los parámetros entregados por el fabricante. En caso de no tener información, utilizar la tabla siguiente.

Tabla de alineamiento.

Condición de alineamiento	Velocidad de rotación	Tolerancia excelente	Tolerancia aceptable
<p>Alineamiento paralelo</p> 	RPM	mm	mm
	0-1000	0,07	0,13
	1-2000	0,05	0,10
	2-3000	0,03	0,07
	3-4000	0,02	0,04
	4-5000	0,01	0,03
	5-6000	< 0,01	< 0,03
<p>Alineamiento angular</p> 	RPM	mm / 100 mm	mm / 100 mm
	0-1000	0,07	0,13
	1-2000	0,05	0,10
	2-3000	0,03	0,07
	3-4000	0,02	0,04
	4-5000	0,01	0,03
	5-6000	< 0,01	< 0,03

PARAMETROS DE ACEPTACION O RECHAZO PARA TECNICAS SUPERFICIALES E INSPECCION VISUAL

La herramienta más utilizada durante los procesos de mantención preventiva es la inspección visual, complementada con tintas penetrantes y/o partículas magnetizables. Estas técnicas buscan la identificación de indicaciones que estén abiertas a la superficie (defectos macroscópicos) como son: desgarros, desprendimientos, deformaciones e impactos

En general si la dimensión de estas indicaciones no está en zona de cazo se aceptan y se repara cuando se tengan detención programada según la técnica de vibración u otro.

Respecto de las inspecciones de tintas penetrantes y/o partículas magnetizables, no son aceptadas indicaciones lineales como son grietas y en especial si el cuerpo está expuesto a fatiga (gira). Si se trata de un cuerpo estático es criterio del inspector apoyado de normas asociadas la intervención.

En general no se acepta indicaciones a todo cuerpo que está expuesto a fatiga, existe excepciones a la condición de indicación volumétrica (poros, incrustaciones, otros).

LUBRICACIÓN

La lubricación, su control y correcta aplicación, es la base de una buena mantención, en ella se busca reducir la energía mecánica por la vía de un fluido intermedio, además, de refrigerar los elementos mecánicos. Para tales efectos, existen dos tipos de elementos lubricantes: aceite y grasa, cada uno de ellos con propiedades específicas.

Prácticamente el 100% de los equipos utiliza grasa, por lo que la atención será llevada hacia ello y teniendo presente que existen varios tipos, estos son:

- **Alta Presión**
Son grasas ideales para equipos de alta carga, su limitante es que no son aplicables para alta velocidad y rodamientos de menor tamaño.
- **Alta Temperatura**
Soportan rangos de temperatura superiores a 60°C y son las ideales para algunos motores, normalmente no son apropiadas para baja velocidad.
- **Alta Untuosidad**
Su capacidad es la adherencia al cuerpo metálico, normalmente son resistentes a grandes cargas, por lo que son ideales para todo lo relacionado con transmisión por cadena y engranaje.

CARACTERISTICAS ACEITE HIDRAULICO



Technical Data Sheet

Shell Tellus Oil T

Aceite hidráulico de calidad premium para amplios rangos de temperatura

Shell Tellus T son aceites hidráulicos de desempeño superior, con características antidesgaste que incorporan en su formulación un aditivo especial mejorador de índice que mejora su respuesta a los cambios de temperatura.

Aplicaciones

Los aceites Shell Tellus T están especialmente recomendados para sistemas hidráulicos y de transmisión de potencia sujetos a amplias variaciones de temperatura y donde se requiera una variación mínima de la viscosidad en esas condiciones.

En ciertas aplicaciones críticas, los sistemas hidráulicos solo pueden tolerar pequeñas variaciones en la viscosidad si se desea mantener su nivel de respuesta y desempeño. En estos casos, un aceite hidráulico con características multigrado como ser el Shell Tellus T provee una amplia ventaja frente a otros productos.

Mínima tendencia a obstruir los filtros en presencia de contaminantes como ser agua o calcio.

- **Protección contra la corrosión**
Proporciona protección contra la corrosión, tanto de materiales ferrosos como no ferrosos, durante períodos extendidos.
- **Resistencia a la oxidación**
Resiste la formación de productos ácidos y barro aún bajo altas temperaturas de operación.
- **Rápida liberación de aire y propiedades antiespumantes**
Asegura una rápida liberación de aire sin la formación excesiva de espuma.

Características Principales

- **Muy baja variación de la viscosidad con la temperatura**
La tecnología incorporada en sus aditivos especiales mejoradores de índice minimizan las variaciones de viscosidad con los cambios de temperatura y proporcionan una buena bombeabilidad a bajas temperaturas. Estas características son especialmente beneficiosas para los sistemas que operan en temperaturas extremas.
- **Alta estabilidad ante esfuerzos de corte**
El aditivo mejorador de índice es altamente resistente a los esfuerzos de corte.
- **Excelentes propiedades antidesgaste**
Sus aditivos antidesgaste mantienen su efectividad bajo todas las condiciones de operación, aún en aquellas más severas con solicitaciones de altos esfuerzos.
- **Excelente filtrabilidad**

Compatibilidad

- **Compatibilidad con componentes**
Los aceites hidráulicos Shell Tellus T son compatibles con la mayoría de las bombas y componentes. No obstante consulte a su representante Shell antes de utilizarlos en bombas que contengan componentes con aleaciones de plata.
- **Compatibilidad con sellos y elastómeros**
Los fluidos hidráulicos Shell Tellus son compatibles con todos los elastómeros y pinturas habitualmente utilizados en sistemas hidráulicos con aceites minerales.

Características Típicas

Shell Tellus Oil T	ISO VG 15	ISO VG 32	ISO VG 46	ISO VG 68	ISO VG 100
Viscosidad cinemática					
@ 40°C, cSt	15	32	46	68	100
@ 100°C, cSt	3,8	7,3	9,0	11,5	15,5
Índice de viscosidad (VI)	150	150	150	150	150
Densidad a 15/4°C, g/cc	0,871	0,872	0,874	0,876	0,882
Punto de inflamación, (Pensky-Martens Closed Cup), °C	160	170	180	190	201
Punto de escurrimiento, °C	-42	-42	-42	-39	-30