



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

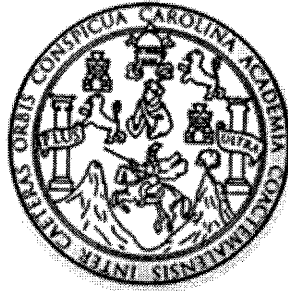
**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA SALA HIDRÁULICA DEL HORNO DE ARCO ELÉCTRICO (EAF),
EN SIDERÚRGICA DE GUATEMALA.**

Erick Noel Jiménez Quiroa

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, octubre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA SALA HIDRÁULICA DEL HORNO DE ARCO ELÉCTRICO (EAF),
EN SIDERÚRGICA DE GUATEMALA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

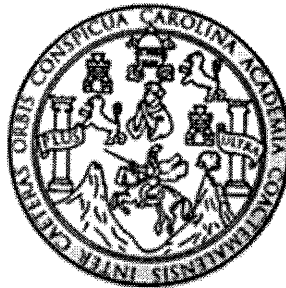
ERICK NOEL JIMÉNEZ QUIROA

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

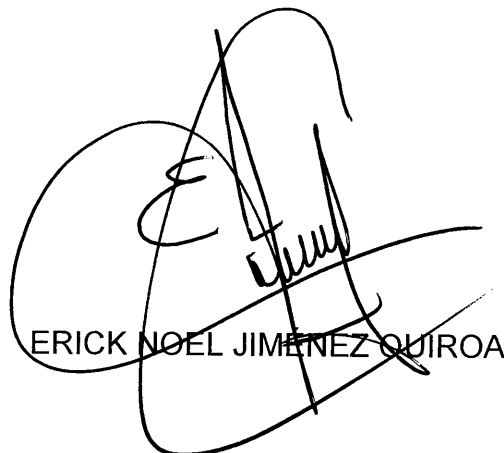
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio Cesar Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Zarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA SALA HIDRÁULICA DEL HORNO DE ARCO ELÉCTRICO (EAF),
EN SIDERÚRGICA DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha agosto de 2006.



ERICK NOEL JIMÉNEZ QUIROA



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 29 de septiembre de 2009
REF.EPS.DOC.621.09.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

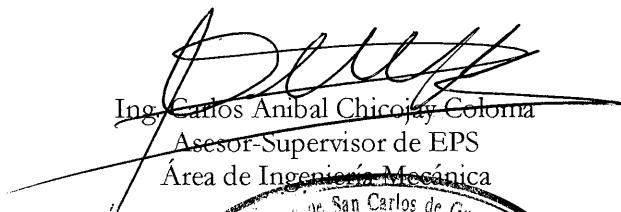
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Erick Noel Jimenez Quiroa** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **9112162**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SALA HIDRÁULICA DEL HORNO DE ARCO ELÉCTRICO (EAF), EN SIDERURGICA DE GUATEMALA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

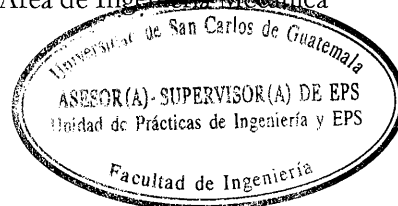
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Carlos Anibal Chicojaj Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
EESZ/ra





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 29 de septiembre de 2009
REF.EPS.D.1377.09.09

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

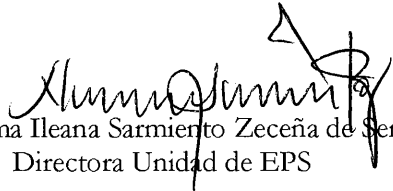
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SALA HIDRÁULICA DEL HORNO DE ARCO ELÉCTRICO (EAF), EN SIDERURGICA DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Erick Noel Jimenez Quiroa** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación titulado PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SALA HIDRÁULICA DEL HORNO DE ARCO ELÉCTRICO (EAF), EN SIDERÚRGICA DE GUATEMALA, del estudiante Erick Noel Jiménez Quiroa, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, octubre de 2009

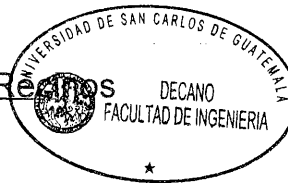
JCCP/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SALA HIDRÁULICA DEL HORNO DE ARCO ELÉCTRICO (EAF), EN SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Erick Noel Jiménez Quiroa**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2009

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por haberme permitido alcanzar mi objetivo y por haber sido mi fortaleza en cada momento de mi vida.
- MIS PADRES** Noel David Jiménez Castañaza y Lesbia Alicia Quiroa Ortiz de Jiménez, por inculcarme e insistir en la superación que debemos de lograr para alcanzar nuestras metas y por los esfuerzos que realizaron al iniciarme en esta meta que hoy concluyo. Gracias les quiero.
- MI ESPOSA** Nory Yessenia de Jiménez, por la paciencia que tubo y el apoyo que me brindo para lograr mi objetivo.
- MIS HIJAS** Bárbara Alexandra y Victoria Valentina Jiménez Rivera, que son la principal razón de mi esfuerzo y dedicación, de la meta que hoy siento concluida. A ellas les dedico este acto por el amor que les tengo y como ejemplo para superación personal. Mis dos amores.
- MIS ABUELOS** Que donde estén se sientan orgullosos de ver logrado mi propósito gracias a sus consejos y apoyo.
- MIS HERMANOS** Para que sea un ejemplo de lo que se obtiene al luchar por las metas que un fija en la vida.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Por haberme dado todos los conocimientos académicos adquiridos durante los años de estudios universitarios.

Por contribuir a mi desarrollo profesional.

LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

A la gloriosa Universidad que con su larga trayectoria, aporta a nuestra sociedad, profesionales que practican los más altos valores sociales beneficiando a nuestra gran familia guatemalteca.

AGRADECIMIENTOS A:

INGENIO PANTALEON, por haberme permitido realizar las prácticas laborales y especialmente a Ing. Jaime Alvarado, por su apoyo y confianza brindada. SIDERÚRGICA DE GUATEMALA, por haberme permitido el realizar este trabajo de graduación.

Mi asesor Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma, por el tiempo dedicado y su ayuda en la elaboración de este trabajo.

Mis padrinos Ing. Carlos Aníbal chicojay e Ing. Cesar Octavio Camey, por los consejos y el apoyo que me han brindado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VIII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Descripción general de la planta Sidegua.....	1
1.2 Horno de arco eléctrico (EAF).....	6
1.3 Cabina de control de mando.....	6
1.4 Calidad del acero.....	6
1.5 Diagnostico de la sala hidráulica.....	6
1.6 Fluidos hidráulicos en sala hidráulica.....	13
1.6.1 Tipos de fluidos.....	13
1.6.2 Fluidos resistentes a la combustión.....	15
1.6.3 Fluido utilizado en Sidegua.....	21
1.7 Tuberías y sellos hidráulicos en sala hidráulica.....	21
1.7.1 Lineamientos para tuberías.....	28
1.8 Tanques y acondicionadores del fluido en sala hidráulica.....	28
2. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	29
2.1 Definición de mantenimiento.....	29
2.2 Tipos de mantenimiento.....	29
2.2.1 Mantenimiento curativo.....	29
2.2.2 Mantenimiento correctivo.....	31
2.2.3 Mantenimiento preventivo.....	33

2.2.4	Mantenimiento predictivo.....	34
2.2.5	Mantenimiento proactivo.....	36
2.3	Tipos de válvulas en sala hidráulica.....	36
2.4	Estación de tanque en sala hidráulica	42
2.4.1	Bomba de recirculación.....	43
2.5	Estación de bombas en sala hidráulica.....	45
2.5.1	Tipos de bombas.....	45
2.5.2	Motores de bombas.....	46
2.6	Estación de acumuladores en sala hidráulica.....	47
2.7	Stand de válvulas en sala hidráulica.....	48
2.8	Tubería hidráulica en sala hidráulica.....	54
2.8.1	Líneas de alta presión.....	54
2.8.2	Líneas de baja presión.....	54
2.8.3	Mangueras en sala hidráulica.....	54
2.8.4	Cilindros accionadores.....	55
2.9	Instrumentos de medición en sala hidráulica.....	56
2.9.1	Manómetros.....	56
2.9.2	Termómetros.....	57
2.9.3	Medidores de nivel.....	57
2.10	Evaluación económica de paros no programados.....	58
2.10.1	Determinación de tiempo perdido.....	58
2.10.2	Costos debido a paros.....	61
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL.....	69
3.1	Organización del departamento de mantenimiento.....	69
3.1.1	Costos de mantenimiento.....	70
3.1.2	Codificación de activos.....	73
3.1.3	Fichas de mantenimiento de activos.....	74
3.1.4	Fichas técnicas de activos.....	74

3.1.5	Solicitudes de mantenimiento.....	76
3.1.6	Órdenes de trabajo.....	76
3.1.7	Historial de equipos.....	76
3.1.8	Procedimiento de mantenimiento de equipos.....	77
3.1.9	Rutinas de mantenimiento.....	78
3.1.10	Desarrollo del programa de mantenimiento.....	83
3.2	Programa de mantenimiento preventivo en sala hidráulica.....	83
3.2.1	Estación de tanque.....	85
3.2.2	Estación de bombas.....	87
3.2.3	Estación de acumulador.....	88
3.2.4	Stand de válvulas.....	89
3.2.5	Cilindros accionadores.....	90
3.3	Estimación y comparación de costos.....	91
3.3.1	Costos de mantenimiento preventivo.....	91
3.3.2	Comparación de costos entre paros no programados y mantenimiento preventivo	95
3.4	Bodega de repuestos y materiales.....	96
3.4.1	Almacenaje de repuestos recomendados.....	102
4.	DOCENCIA.....	111
4.1	Definición de mantenimiento.....	111
4.2	Clases de mantenimiento.....	111
4.2.1	Mantenimiento correctivo.....	111
4.2.2	Mantenimiento predictivo.....	112
4.2.3	Mantenimiento preventivo.....	116
4.3	Iniciativas en la administración del mantenimiento.....	118
4.3.1	Para qué sirve la información técnica.....	119
4.3.2	Cuál es la función de crear código de activos.....	119
4.3.3	Para qué sirven las fichas técnicas de activos.....	120

4.3.4	Cuál es la función de las solicitudes de mantenimiento....	120
4.3.5	Para qué sirven las órdenes de trabajo.....	120
4.3.6	Para qué sirve el historial de equipo.....	121
4.3.7	Por qué elaborar procedimientos de mantenimiento de activos o equipos.....	121
4.3.8	Para qué elaborar rutinas de mantenimiento.....	122
4.4	Elaboración programa de mantenimiento.....	122
4.4.1	Objetivos de los programas de mantenimiento.....	123
4.4.2	Elementos a tomar en cuenta.....	123
4.4.3	Análisis de los elementos.....	123
4.4.4	Programación de actividades.....	124
4.4.5	Ejecución de las actividades de mantenimiento.....	125
4.4.6	Seguimiento y evaluación de las actividades.....	125
4.5	Programación de mantenimiento preventivo para la sala hidráulica del horno de arco eléctrico en Sidegua.....	125
4.5.1	Mantenimiento preventivo en área de tanque.....	126
4.5.2	Mantenimiento preventivo en área de bombas.....	127
4.5.3	Mantenimiento preventivo en área de acumuladores.....	128
4.5.4	Mantenimiento preventivo en área de válvulas.....	128
4.5.5	Mantenimiento preventivo en área de cilindros accionadores.....	129
CONCLUSIONES.....		131
RECOMENDACIONES.....		133
BIBLIOGRAFÍAS.....		135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ubicación de la planta Sidegua.....	5
2	Foto Estación de tanque.....	7
3	Foto Estación de bombas.....	8
4	Foto Estación de acumuladores.....	9
5	Foto Estación de válvulas.....	11
6	Foto Estación de válvulas.....	11
7	Ubicación de estaciones en sala hidráulica.....	12
8	Comparación de los sistemas de mantenimiento.....	72
9	Formato ficha técnica de equipo.....	75
10	Formato orden de trabajo.....	79
11	Formato historial de equipo.....	80
12	Formato procedimiento de trabajo.....	81
13	Formato informe de mantenimiento.....	82
14	Formato requisición de materiales.....	103

TABLAS

I	Datos técnicos de válvulas de mariposa.....	37
II	Datos técnicos de válvulas de bola en acumuladores.....	38
III	Datos técnicos de válvulas check de bombas a tanque.....	39
IV	Datos técnicos de válvulas check serie c.....	39
V	Datos técnicos de válvulas direccionales operadas con piloto.....	40
VI	Datos técnicos de tanque.....	42
VII	Datos técnicos de cambiador de calor en tanque.....	42
VIII	Datos técnicos de filtros en tanque de sala hidráulica.....	43
IX	Datos técnicos de bomba de recirculación en tanque.....	43
X	Datos técnicos de acople de bomba de recirculación.....	44
XI	Datos técnicos de motor de bomba de recirculación.....	44
XII	Datos técnicos de bombas en sala hidráulica.....	45
XIII	Datos técnicos de motor de bombas en sala hidráulica.....	46
XIV	Datos técnicos de acoples de bombas en sala hidráulica.....	46
XV	Datos técnicos de arrancadores de motores.....	47
XVI	Datos técnicos de acumuladores en sala hidráulica.....	47
XVII	Datos técnicos de válvulas de bolas en estación de válvulas.....	48
XVIII	Datos técnicos de válvulas de bolas de uno y dos vías.....	48
XIX	Datos técnicos de válvulas con control direccional.....	49
XX	Datos técnicos de válvulas check en stand de válvulas.....	50
XXI	Datos técnicos de válvulas direccionales con solenoide.....	51
XXII	Datos técnicos de válvula de reducción de presión.....	52
XXIII	Datos técnicos de válvula direccional operado con piloto.....	53
XXIV	Datos técnicos de tubería de alta presión.....	54

XXV	Datos técnicos de mangueras en sala hidráulica.....	54
XXVI	Datos técnicos de cilindros accionadores.....	55
XXVII	Datos técnicos de manómetros en sala hidráulica.....	56
XXIX	Datos técnicos de termómetros en sala hidráulica.....	57
XXVIX	Datos técnicos de medidor de nivel.....	57
XXX	Resultados de tiempo perdido.....	58
XXXI	Comparación de los sistemas de mantenimiento.....	72
XXXII	Programa de mantenimiento preventivo para estación de tanque.....	85
XXXIII	Programa de mantenimiento preventivo para estación de bombas.....	87
XXXIV	Programa de mantenimiento preventivo para estación de acumuladores.....	88
XXXV	Programa de mantenimiento preventivo para estación de válvulas.....	89
XXXVI	Programa de mantenimiento preventivo para cilindros actuadores.....	90
XXXVII	Repuestos recomendados.....	104

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
N2	Nitrógeno
Km	Kilómetro
Mt	Metro
Psi	Libra por pulgada cuadrada
Ssu	Segundos Saybolt universal
Gpm	Galones por minuto
Lb	Libra
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
Rpm	Revoluciones por minuto
Cc	Corriente continua

GLOSARIO

Acople	Unión elemental entre una bomba y motor eléctrico.
Activo	Elementos que forman parte de un inventario.
Acumulador	Dispositivos que transmiten y controlan potencia a través de los fluidos a presión.
Bomba hidráulica	Dispositivo que administra un caudal de aceite a una determinada presión.
Brida	Accesorio para conectar tuberías.
Buna-n	Material sintético semiduro utilizado para hacer sellos hidráulicos, soporta temperaturas de 40 a 230 °F.
Carcasa	Cubierta de equipo que protege y no conduce electricidad.
Colada	Proceso de fundición de acero líquido para producir lingotes.
Contactador	Aparato mecánico de conexión y desconexión

eléctrica, accionado por cualquier energía eléctrica, capaz de establecer soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales y sobrecargas.

Desgaste

Pérdida progresiva en la superficie de un elemento.

Electroválvulas

Válvula accionada por un electroimán que abre y cierra circuitos.

Estación hidráulica

Sección de equipos que compone una sala hidráulica.

RESUMEN

Este trabajo de graduación presenta una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la sala hidráulica del horno de arco eléctrico (EAF) en Siderúrgica de Guatemala, en el cual se explica como determinar el personal necesario para efectuar el mantenimiento, así como los costos que se tendrán al implementar el programa.

El presente trabajo da a conocer los diferentes tipos de mantenimiento que se proporcionan a los diferentes equipos o maquinaria industrial.

Los tipos de mantenimiento que se describen en este trabajo son el curativo, predictivo, correctivo, preventivo y proactivo, explicándose cada uno de ellos, pero se hace énfasis en el preventivo por tratarse este trabajo de él.

Parte de la información consiste en determinar los costos que se tienen al no efectuar mantenimiento preventivo a los equipos y después se hace una comparación contra los costos de efectuar mantenimiento, determinando de esta manera el beneficio que se tiene al utilizar el programa de mantenimiento.

Se hizo un levantado de información técnica de los equipos para que el personal de mantenimiento y quien lo necesite, lo pueda utilizar para aprendizaje o futuras reparaciones.

Se diseñaron diferentes formatos de registros de mantenimiento para llevar un buen control de los mismos.

Se realizó un listado de repuestos recomendados según el fabricante para mantener en existencia y se establece un mínimo de herramienta para efectuar el mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la sala hidráulica del horno de arco eléctrico de Siderúrgica de Guatemala.

Específicos:

1. Proporcionar información técnica de los equipos.
2. Capacitar al personal en el mantenimiento de los equipos.
3. Establecer métodos para el control de registros de mantenimiento.
4. Disminuir costos debidos a paros no programados.
5. Aumentar las utilidades a la empresa por aplicación de mantenimiento preventivo.
6. Determinar costos de mantenimiento preventivo.
7. Determinar repuestos recomendados y cantidad necesarios en bodega, así como llevar el control y bajar costos de almacenamiento.

8. Determinar costos y efectos provocados por paros no programados.
9. Capacitar al personal de mantenimiento en la aplicación del programa propuesto.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo busca prolongar la vida y la disponibilidad de los equipos dentro de una planta, buscando el que sigan prestando servicio para el cual fueron diseñados.

El presente trabajo de graduación propone un programa de mantenimiento preventivo para los equipos de la sala hidráulica de Siderúrgica de Guatemala, con el propósito de evitar paros imprevistos a causa de la no aplicación de mantenimiento y así poder aumentar la confianza y productividad para el cual fueron diseñados.

El trabajo consta de tres fases, en la primera se describen aspectos generales de la planta, así como información de las distintas áreas que la componen. En la segunda se dan a conocer los tipos de mantenimiento existentes, ventajas y desventajas de aplicarlos. También se recolectan datos técnicos de los equipos y se codifican. Así como se hace una evaluación económica de paros no programados, en base a tiempos perdidos.

En la tercera fase se explica cómo organizar un departamento de mantenimiento, cómo diseñar controles para las operaciones y manejo del mismo. Así como estimar costos de mantenimiento preventivo y la comparación contra los costos debido a paros no programados.

La parte más importante es el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo en el cual se elaboran formatos de registro para la ejecución y se

describen las tareas de mantenimiento a ejecutar en cada equipo, así como el tiempo y frecuencia para hacerlo.

En la última parte se muestra un listado de cantidad y repuestos recomendados para mantener en bodega y herramienta necesaria para ejecutarlo.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Descripción general de la planta Sidegua

Sidegua, está localizada en el kilómetro 65.5 carretera antigua al Puerto San José, Masagua, Escuintla.

Es una empresa que pertenece al grupo Aceros de Guatemala, la cual se dedica a la clasificación de chatarra, materia prima que sirve para fundirla y elaborar lingotes, para luego ser trasladada y producir una gran variedad de productos, los cuales los comercializan, por medio de varias distribuidoras que se dedican a la venta y distribución de todos los productos que comercializan.

Sidegua esta formada por varias áreas, las cuales trabajan en conjunto para lograr tener un resultado en común, que es el producir acero en lingotes y poder realizar una variedad de derivados de acero.

A continuación se da una descripción general de cada una de las áreas que forman parte de la planta Sidegua.

Chatarra

Se clasifican en tres clases A, B y C

A, son materiales con un espesor mayor a $\frac{1}{4}$ ".

B, son materiales con un espesor $\frac{1}{16} < \text{Acero} < \frac{1}{8}$.

C, son materiales con un espesor menor a $\frac{1}{16}$.

Estos materiales son traídos de todas partes de Guatemala y Centroamérica, a la planta receptora. Al ingresar los vehículos son pesados en una balanza electrónica, el cual debe de tener un peso mínimo de 3.5 toneladas con todo y chatarra, descargan en el área asignada por el espesor y luego a retirarse de la planta, nuevamente son pesados para determinar la cantidad de chatarra real.

Toda persona que tenga el medio para transportar chatarra, puede ingresarla a la planta, por lo que se están generando empleos indirectos, y la oportunidad de poder dedicarse a una tarea bien remunerada.

Producción

En esta área se planea, dirige, controla, ejecuta y supervisa, por medio de una programación, los pedidos de acero a producirse y los consumos de insumos necesarios para poder fundir el acero y volverlo lingote.

Se produce entre 1000 y 1400 toneladas de acero al día, de diferentes calidades, para poder abastecer el mercado, según la necesidad, para las diferentes aplicaciones de derivados del acero, entre ellos varillas e construcción, perfiles, alambrón y muchas más.

Laboratorio

La calidad del acero es responsabilidad de esta sección, también del tratamiento que se le da al agua de enfriamiento para los equipos y el horno de fundición, teniendo en el área de fundición personal para estar obteniendo pruebas de calidad para que cumpla con la reglamentaria.

Refractarios

Está formada por un grupo de empleados y dirigida por una persona que es experta, grupo de trabajadores que le dan mantenimiento al horno, ollas, cestas, distribuidores de acero, con el propósito de tener en operación cada recipiente, el mayor tiempo posible.

Mantenimiento eléctrico y mecánico

Son las áreas que realizan todas las tareas requeridas en toda la planta, por un grupo de trabajadores calificados para el desarrollo de cada trabajo las cuales son asignadas por cada jefatura de área.

Máquina de colada continua MCC

En esta área es donde se forman las barras de acero o lingotes, que es el proceso final, para poder elaborar una gran variedad de productos derivados del acero por medio de moldes según medida dependiendo del pedido de producción, colando el acero en 5 líneas para apresurar la colada.

Patio de lingotes

Aquí se almacenan los lingotes de acero donde se enfrían, para luego ser despachados, por medio de montacargas, a las plataformas de los camiones, que los trasladarán a la planta de maquinado y así, poder producir las diferentes aplicaciones de acero.

Humos

En esta área se le da tratamiento a los escapes del horno, para reducir los niveles de contaminación a la atmósfera.

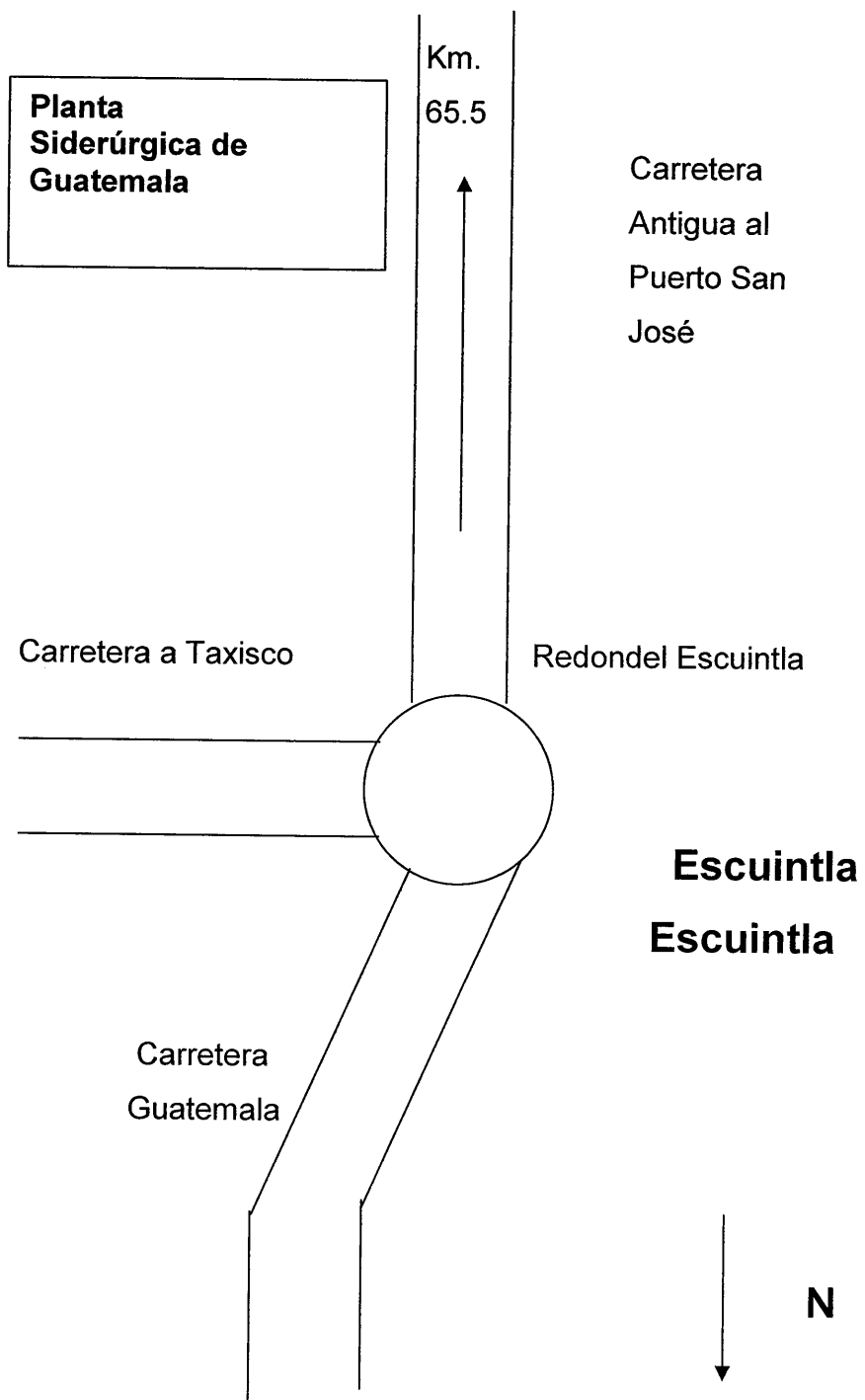
Taller industrial

Aquí se elaboran y realizan todas las piezas y trabajos necesarios, para las maquinas y equipos que necesiten reemplazo por corrección debido a sus horas de operación y así que sigan funcionando.

Administración

Desde aquí se lleva el control y pagos de las operaciones de todas las áreas de la planta, empleados, proveedores locales, nacionales e internacionales

Figura 1 Ubicación de la Planta



1.2 Horno de arco eléctrico (EAF)

Equipo adquirido por Sidegua y que empezó a operar en noviembre de 2005, por tener mayor capacidad de fundición. De tecnología italiana y hecho en México, siendo el primero en su categoría de marca Vai Fuchs y con una capacidad de 60 toneladas de fundición, accionado por energía, diesel, carbón y oxígeno.

1.3 Cabina de control de mando

Denominado cabina del horno EAF, es donde se llevan a cabo todas las operaciones y movimientos del horno y sus equipos auxiliares, como bombas de suministro de agua para enfriamiento, bombas hidráulicas, movimientos del horno, niveles de oxígeno, diesel, carbón, energía y movimientos de electrodos, cilindros y válvulas.

1.4 Calidad del acero

La parte indispensable que se encargan las personas de laboratorio para que el proceso de producción cumpla con las especificaciones y reglamentos de cada colada solicitada por la dirección y así se saque palanquilla con las características requeridas por las personas o consumidores finales.

1.5 Diagnóstico de la sala hidráulica

La sala hidráulica esta formada por las estaciones que describiremos a continuación:

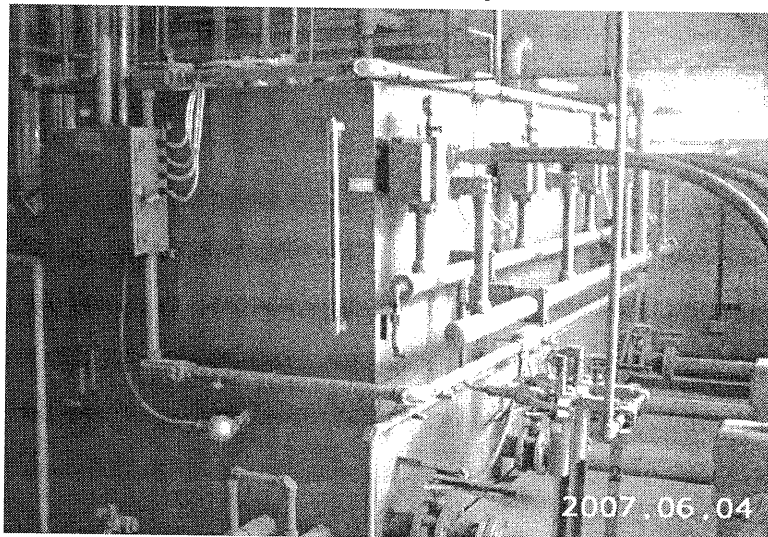
Estación de tanque

Consiste en un tanque rectangular que esta enclavijado con un recipiente de aceite en el fondo. El tanque esta diseñado con placas interiores que aseguran que el médium este sin movimiento. Tiene filtros de aire de 3 micrómetros que son usados para asegurar una ecualización de la presión en el tanque para compensar las fluctuaciones de nivel. Hay dos aperturas de acceso en el tanque para propósitos de montaje y reparación. Ver figura 2.

El siguiente equipo esta montado en el tanque:

- a. Bomba de recirculación (circulación a través del enfriador de agua y el filtro de línea de retorno).
- b. Enfriador de agua (enfriador de placa con un bypass).
- c. Elementos de calentamiento.
- d. Un filtro de presión con bypass para bomba de alta presión.
- e. Un filtro doble de línea de retorno (cambiable).

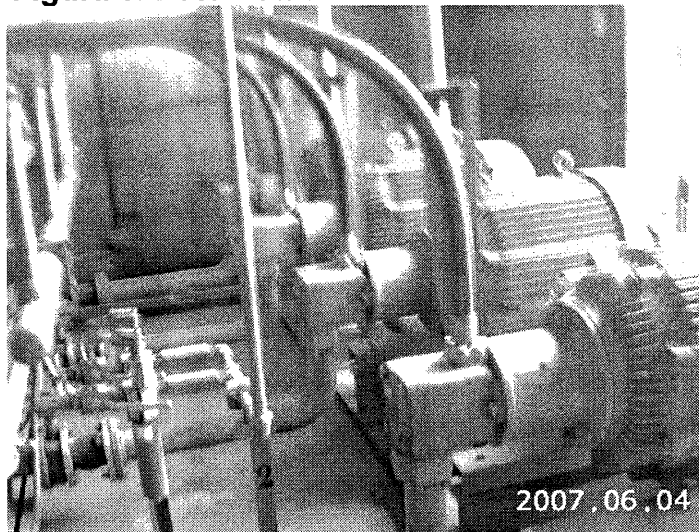
Figura 2. Foto Estación de tanque



Estación de bombas

Esta formada por cuatro bombas, tres funcionando y 1 inactiva, las cuales son rotadas semanalmente para utilizarlas todas y consisten en un eje de presión regulada o bombas de pistón radial, que están montadas individualmente, en la estructura base con un recipiente de aceite y absorbedores de vibración. Las líneas de succión de la bomba están equipadas con válvulas de bola de posición monitoreada para prevenir que la bomba opere cuando el lado de succión este cerrado. El enjuague continuo de la cubierta minimiza las fluctuaciones de temperatura incluso en operación de espera, en la cubierta de la bomba. La línea de presión de la bomba esta equipada con una válvula de verificación, una válvula de apagado y un interruptor de sobre presión (para un arranque sin presión de las bombas). Ver figura 3.

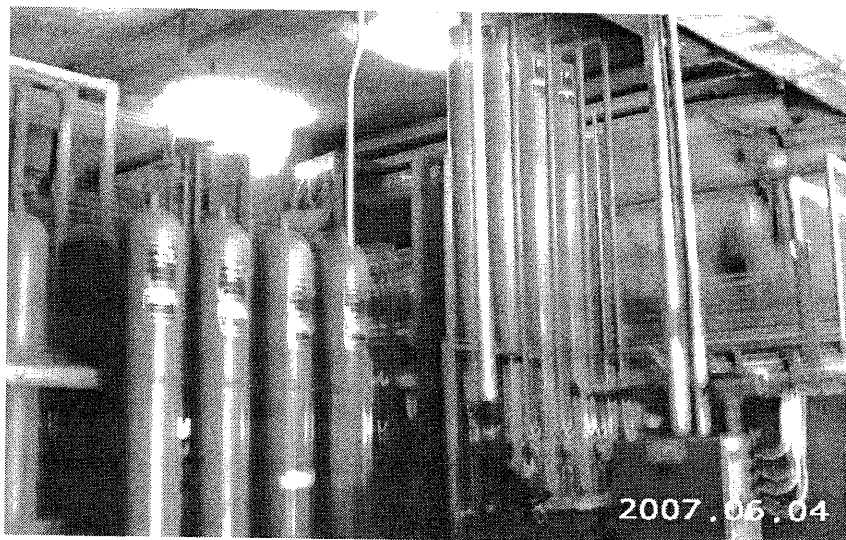
Figura 3. Foto Estación de bombas



Estación de acumuladores

Se utiliza como un acumulador de trabajo (que soporta a las bombas hidráulicas durante la operación normal) y también como un acumulador de emergencia. Los acumuladores de tipo pistón están instalados en forma vertical, en una estructura base con un recipiente de aceite. Cada acumulador es equipado con un bloque de seguridad y un manómetro para la medición de presión de aceite. Las botellas de gas están montadas en stand separado. Cada stand de acumulador de gas es equipado con un block de seguridad, manómetros, para la medición de presión de gas y un interruptor de presión. El acumulador hidráulico entero es separado del sistema mediante un bloque de apagado y puede ser cambiado mediante una señal eléctrica, lo que nos dice que el acumulador hidráulico es automáticamente asegurado en caso de una falla en el suministro de energía eléctrica o emergencia. Ver figura 4.

Figura 4. Foto Estación de Acumuladores



El acumulador hidráulico consiste en esencia de lo siguiente:

- a. Acumulador tipo pistón.
- b. Estación de 9 botellas de gas N₂ (nitrógeno).
- c. Bloque de seguridad de aceite, para cada acumulador.
- d. Bloque de seguridad de aceite, para cada botella de gas.
- e. Bloque de candado principal, para el acumulador completo.

Funciones vigiladas por el acumulador:

- Cilindro levantamiento de electrodos, los tres son levantados 1000mm.
- Cilindro levantamiento tapa, la tapa es levantada completamente.
- Cilindro de basculeo del horno

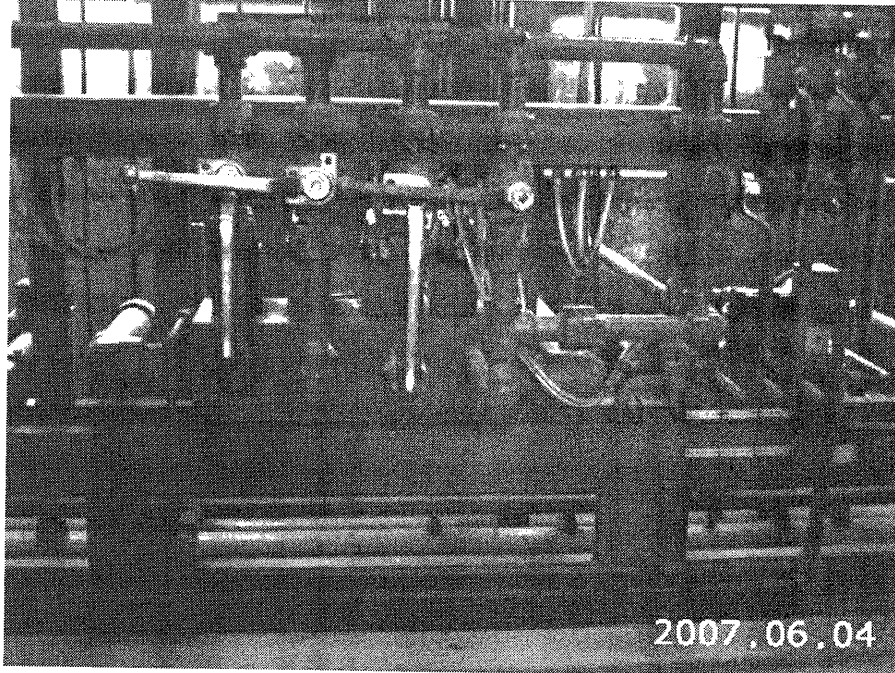
Stand de válvulas

Esta montado individualmente en una estructura base con un recipiente de aceite. La línea de salida esta diseñada verticalmente a una altura de 2.5 mt. Hay válvulas de bolas que están instaladas en todas las líneas de presión. Todas las líneas están monitoreadas por manómetros montados en el stand de válvulas, incluyendo una manguera de medición de longitud. El stand tiene dos espacios reservados conectados a la línea de salida y están cerrados con placas ciegas. Ver figura 5 y 6.

Foto 5. Foto Estación de válvulas



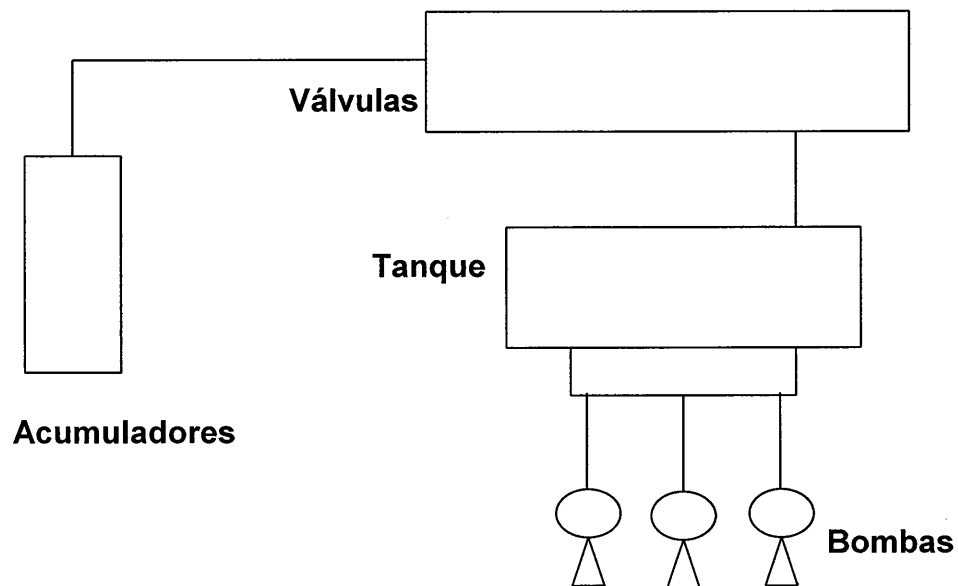
Figura 6. Foto Estación de válvulas



El stand consiste en lo siguiente:

- Estructura base
- Válvulas hidráulicas con despliegue de contacto eléctrico con LEDs.
- Válvulas magneto (negras y blancas) con activación de emergencia manual
- Válvulas proporcionales y regulatorias
- Un traductor de presión (2:1 a 250 bar)
- Gabinete eléctrico (con tiras terminales, tarjetas, amplificadoras).
- Línea de salida vertical

Figura 7. Ubicación de estaciones en sala hidráulica



1.6 Fluidos hidráulicos en sala hidráulica

1.6.1 Tipos de fluidos

Se define a un fluido como cualquier líquido o gas. Sin embargo en hidráulica, el término fluido se ha generalizado para hacer referencia al líquido que se utiliza como medio de transmisión de potencia. En esta investigación con la palabra fluido lo entenderemos como fluido hidráulico, ya que se trata de un petróleo de composición especial o de algunos de los fluidos también especiales, resistentes a la combustión que son a veces compuestos sintéticos.

El fluido hidráulico tiene cuatro finalidades principales: transmitir potencia, lubricar las piezas móviles, sellar las tolerancias entre una y otra pieza y enfriar o disipar el calor.

Transmisión de potencia

El líquido debe fluir a través de las líneas y orificios de los elementos. La excesiva resistencia al flujo crea pérdidas de potencia considerables. El fluido debe ser también tan incompresible como sea posible, a fin de que cuando se arranque una bomba o se cambie de posición una válvula la acción sea instantánea.

Lubricación

En los elementos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido. Los elementos de una bomba y otras piezas sujetas a desgaste deslizan entre sí con una película de aceite de por medio. A fin de que los elementos

tengan una larga duración, el aceite debe contener los aditivos necesarios para garantizar buenas características contra el desgaste.

Vickers recomienda la nueva generación de aceites hidráulicos industriales que contienen las cantidades adecuadas de aditivos contra el desgaste. Para las aplicaciones comunes en bombas y motores. Así como la ventaja de una larga duración de servicio.

Sellamiento

En muchos casos el fluido es el único sello contra la presión en el interior de un componente hidráulico.

Enfriamiento

La circulación del fluido a través de las líneas y alrededor de las paredes del depósito, hace que se disipe el calor que se genera en el sistema.

Calidad del fluido

El fluido hidráulico se le puede exigir otros requisitos de calidad los cuales mencionamos.

- Evitar oxidación.
- Evitar formación de sedimentos, gomosidades y barnices.
- Inhibir la espuma.
- Mantener su propia estabilidad y reducir el costo del cambio de fluido.
- Mantener un cuerpo relativamente estable en todo el amplio porcentaje de temperaturas.
- Evitar la corrosión y las picaduras.

- Compatibilidad con sellos y empaques.

1.6.2 Fluidos resistentes a la combustión

a. Fluido del tipo glicol-agua

Los fluidos de agua y glicol están compuestos de 35 a 40% de agua que proporciona resistencia a la combustión. Sustancia química sintética de la misma familia de los anticongelantes permanentes, como el etileno u otros glicoles. Espesador soluble en agua que mejora la viscosidad. Contiene aditivos que evitan la formación de espuma, la oxidación, corrosión, y mejora la lubricación.

Características

Generalmente presentan buenas características de resistencia al desgaste, siempre y cuando se eviten altas velocidades y grandes cargas.

El fluido posee una alta gravedad, que puede crear un vacío más alto en las entradas de la bombas. Ciertos metales como el Zinc, el cadmium y el magnesio reaccionan con los fluidos de agua y glicol y no se pueden utilizar en aquellos sistemas en que se deben usar pinturas y esmaltes compatibles, junto con estos fluidos.

La mayor parte de los más resistentes materiales sintéticos de selladura son compatibles con el agua y glicol. Los asbestos, el cuero y los materiales a base de corcho se deben evitar en los sellos rotatorios, puesto que tienden a absorber agua.

Algunas de las desventajas de estos fluidos son:

1. Resulta necesario medir continuamente el contenido de agua y compensar la evaporación de la misma a fin de mantener la viscosidad requerida
2. La evaporación puede originar la pérdida de ciertos aditivos, reduciendo con ello la duración del fluido y la de los elementos hidráulicos.
3. Las temperaturas de operación deben mantenerse bajas.
4. El costo es mayor que el de los aceites convencionales.

La sustitución del aceite por el agua de glicol

Cuando un sistema ha trabajado con aceite de petróleo y se desea que opere con agua glicol, se debe realizar una minuciosa limpieza y enjuague. Entre las recomendaciones que se hacen se puede mencionar la extracción de la pintura original del interior del depósito, el cambio de las piezas galvanizadas y cadminizadas y la sustitución de ciertos adaptadores forjados a presión. Resulta necesario reemplazar ciertas piezas de aluminio al menos que hallan sido tratadas adecuadamente, así como cualquier instrumento o equipo que no sea compatible con el fluido.

b. Emulsiones de agua y aceite

Son los fluidos menos caros entre los resistentes a la combustión. Al igual de los de agua y glicol también dependen del agua lograr la resistencia a la combustión. Además del agua y aceite, estas mezclas contienen emulsificadores, estabilizadores y otros aditivos que mantienen unidos a los dos líquidos.

Aceite en agua

Las emulsiones de aceite en agua contienen diminutas gotitas de un aceite especial refinado, disperso en el agua. El agua es la fase continua y las características del fluido son más parecidas a las del agua que a las del aceite. Es altamente resistente a la combustión, de baja viscosidad y excelentes características de enfriamiento.

Este fluido es utilizado en bombas grandes de baja velocidad. Actualmente existen bombas hidráulicas convencionales que también se pueden utilizar.

Agua en aceite

Las emulsiones de agua en aceite son de uso más común. Son pequeñas gotas de agua que se encuentran en una fase de aceite. Al igual que el aceite poseen una gran capacidad de lubricación. También proporciona al fluido una mejor capacidad de enfriamiento. Se agregan inhibidores de la oxidación tanto como para la fase de aceite como para la de agua. También se usan aditivos contra la formación de espuma.

Por la forma en que se usan en el sistema generalmente contienen un 40% de agua. Sin embargo algunos fabricantes surten un concentrado del fluido y el consumidor le agrega agua al instalarlo. Al igual que el agua y glicol tiene que reponerse el agua para mantener la viscosidad.

Otras características

Con cualquier emulsión de agua y aceite, las temperaturas de operación se deben mantener bajas, a fin de evitar la evaporación y la oxidación. El fluido debe circular y no debe congelarse ni descongelarse ya que con ello se pueden

separar las dos fases. Las condiciones de entrada se deben escoger cuidadosamente a causa de la alta densidad del fluido y de su alta viscosidad inherente.

Las emulsiones parecen tener mayor afinidad por la contaminación y requieren más atención en cuanto al filtrado, el cual debe incluir tapones magnéticos que atraigan a las partículas de hierro.

Compatibilidad con sellamientos y metales

Los fluidos en emulsión son generalmente compatibles con todos los metales y sellamientos que se encuentran en los sistemas hidráulicos a base de aceites derivados del petróleo.

Cambio de aceite a emulsión

Cuando un sistema hidráulico cambia el uso a un fluido de emulsión de agua y aceite, se debe drenar, limpiar y enjuagar cuidadosamente. Es extremadamente importante extraer cualquier contaminante para evitar que se corte el nuevo fluido. La mayor parte de los sellos se pueden dejar como estén. Sin embargo, los sellamientos dinámicos de butilo, se deben reemplazar. Cuando se hayan estado utilizando fluidos sintéticos y se pase a usar aceite derivado del petróleo, se deben cambiar los sellamientos por los catalogados para uso con este aceite.

c. Fluidos sintéticos resistentes a la combustión

Son productos químicos sintetizados en el laboratorio que ya de por sí son menos combustibles que los aceites derivados del petróleo entre los que mencionamos.

1. Los ésteres de fosfato.
2. Los hidrocarburos clorinados.
3. Los fluidos de base sintética que son mezclas de 1 y 2, pueden contener otros materiales.

Características

Los fluidos sintéticos no contienen agua, la materia volátil, funcionan bien a altas temperaturas sin perder ninguno de sus elementos esenciales.

Son adecuados para sistemas de alta presión. Los fluidos sintéticos resistentes a la combustión no son los que mejor funcionan en sistemas de baja temperatura. En ambientes fríos puede ser necesario un calentamiento auxiliar.

Además, estos fluidos poseen mayor gravedad específica que los de cualquier otro tipo y las condiciones de entrada de la bomba requieren un cuidado especial cuando se les usa. Algunas bombas de paletas se construyen con cuerpos especiales que proporcionan el mejoramiento requerido en las condiciones de entrada para evitar que la bomba cavite al utilizarse un fluido sintético. El índice de viscosidad de los fluidos sintéticos es generalmente bajo varía desde 80 hasta la bajísima cantidad de menos 400. Así que no se deben de utilizar más que en aquellos casos en que la temperatura de operación es relativamente constante. Los fluidos sintéticos son probablemente los más caros que se utilicen en la actualidad.

Compatibilidad con los sellamientos

Los fluidos sintéticos no son compatibles con los sellos usados de Nitrilo y Neopreno. Por lo tanto cuando se ha estado utilizando aceite, agua y glicol o agua y aceite y se desea pasar a fluido sintético es necesario desmontar todos los elementos y cambiar los sellos. Para todos los elementos Vickers dispone de sellos especiales fabricados con materiales compatibles. Se pueden adquirir sueltos o en juegos o bien formar parte de unidades nuevas solicitadas específicamente para este tipo de fluido.

Mantenimiento de los fluidos

Un fluido hidráulico del tipo que fuere, no es barato. Además, el cambio del fluido y el enjuague o limpieza de sistemas que no hayan recibido el mantenimiento adecuado cuesta tiempo y dinero. Por tal razón resulta importante tener un cuidado adecuado del fluido.

Almacenamiento y manejo

Algunas reglas sencillas para evitar la contaminación del fluido durante su almacenamiento y manejo:

1. Almacenarse los recipientes, de costado. Si es posible colocarlos bajo techo.
2. Antes de abrir un recipiente, limpie cuidadosamente su parte superior y el tapón, a fin de que no se introduzca basura.
3. Utilice exclusivamente recipientes, mangueras, limpios para efectuar la carga o descarga de fluido del tanque al depósito. Se recomienda el uso de una bomba de 25 micrones.
4. Coloque una malla No. 200 en el tubo de llenado del depósito.

Cuidado a tener durante la operación

Para el cuidado adecuado del aceite se debe tomar en cuenta:

1. Evitar la contaminación manteniendo hermético al sistema y utilizando adecuada filtración del aire y del aceite.
2. Establecer intervalos de cambio del fluido a fin de que este sea reemplazado antes de que pierda sus propiedades de lubricación. Si es necesario, el suministrador puede hacer pruebas de laboratorio en intervalos para establecer con que frecuencia se deben realizar los cambios.
3. Mantener el deposito a nivel apropiado a fin de aprovechar sus características de disipación de calor y evitar que la humedad se condense en las paredes internas.
4. Reparar inmediatamente todas las fugas.

1.6.3 Fluido utilizado en Sidegua

En Siderúrgica de Guatemala es utilizado el fluido hidráulico denominado Water Glycol, Nyvac FR 200D Fluid, resistente al fuego, distribuida por la compañía Mobil Exxon en presentación de 55 galones/tonel.

1.7 Tuberías y sellos hidráulicos en sala hidráulica

Término general que abarca a las líneas conductoras que llevan el fluido hidráulico entre los componentes; mas los ajustes y conectores usados entre los conductores. Los sistemas hidráulicos de hoy en día usan tres tipos de líneas conductoras; tubería de acero, tubing de acero, y mangueras flexibles. Por el momento el tubo es menos costoso de los tres. La tubería de acero sin

costura es la más aconsejada para los sistemas hidráulicos, con un interior libre de oxidación, atascamiento y polvo.

Cédula de tubería

El grosor de la pared se expresa como un número de la cédula. Los números de la cédula son especificados por (ANSI) de 10 a 160 abarcando 10 juegos de grosores de pared. Si comparamos, la cédula 40 corresponde a la estándar, cédula 80 es extra pesado y 160 son todas las tuberías con las paredes más gruesas.

Considerando la presión y el flujo; los estándares de la industria recomiendan como un factor de seguridad de cuando a menos de 4 a 1 y como máximo de 8 a 1 en la capacidad de presión. Si es de 0 a 1000 psi deberá haber un factor de 8 a 1. De 1000 psi a 2500 psi el factor debe ser 6 a 1, y en presiones arriba de 2500 psi debe ser de 4 a 1.

Recomendaciones para instalación

Una instalación adecuada es esencial para evitar fugas, ruidos y contaminación del sistema

Limpieza

El aceite sucio es una de las mayores causas para la falla de los sistemas hidráulicos. Particularmente los componentes de precisión son susceptibles al daño que causan las partículas de la instalación de la plomería. Por esto al realizar trabajos de plomería se debe tener cuidado que las partículas de metal no deben de contaminar el fluido.

Preparación de la tubería y conectores antes de instalarlos en un sistema hidráulico:

1. La tubería y conectores deben de ser cepillados, y debe ser escariada después de cortarla para quitar rebabas.
2. Sopletear, para quitar moho y costras, el método es seguro y eficaz para pequeños pedazos cortos. Sin embargo no se debe de utilizar si existen partículas de arena que puedan quedar en agujeros por inundación.
3. Al haber pedazos más largos de tubería o doblados, donde no es práctico sopletear, debe de dársele un baño químico, y prepararlo antes con un desengrasante con tri-clorileno u otra solución desgrasadora.
4. Neutralizar la solución del baño químico.
5. Enjuague las partes y prepárelas para almacenarlas.
6. La tubería no debe ser soldada, ni con plata ni latón después de ensamblarla ya que una limpieza adecuada no se puede realizar en tales casos.
7. Si se usan conexiones de brida deben entrar perfectamente en las caras y asegurar los tornillos de largo adecuado. Los tornillos deben de atornillarse iguales para evitar la distorsión en el cuerpo de la válvula o la bomba.
8. Asegurarse de que todas las aberturas del sistema hidráulico estén cubiertas apropiadamente.
9. Conectores roscados deben de ser inspeccionados para evitar residuos de las roscas que no entren al sistema.

10. Antes de llenar el sistema asegúrese de que el fluido hidráulico es el indicado y que este limpio. No utilizar coladores de tela o fluidos que halla sido almacenado en recipientes contaminados.
11. Usar malla de alambre No. 120 mesh cuando se este llenando el depósito. Opere el sistema por corto tiempo para eliminar el aire, en las líneas. Añada fluido hidráulico si es necesario.

Fugas interiores

La mayoría de los componentes del sistema son hechos con espacios de operación que permiten cierta cantidad de fuga interna.

Las partes móviles deben ser lubricadas, naturalmente. Además algunos controles hidráulicos tienen hechos pasos de fugas internas para evitar fluctuaciones u oscilaciones de los carretes o pistones de las válvulas.

Las fugas internas, no son una pérdida de fluido; eventualmente el fluido regresa al depósito por medio de una línea de drenaje exterior o por medio de un pasaje interior en el componente. Cuando existe una mayor fuga interna es por el desgaste de un componente o por un mayor espacio entre partes. Este aumento puede reducir la eficiencia del sistema al hacer más lento el trabajo y generar calor. Finalmente, si el paso de la fuga interna es demasiado toda la eficiencia de la bomba se pierde y no funciona.

Fugas externas

La fuga externa es muy peligrosa. Es costosa porque nunca se recupera el fluido. La causa principal es una mala instalación del sistema. Las uniones pueden tener fugas ya sea porque no se apretaron o por vibraciones o golpes en la línea, esto las afloja. La falla al conectar las líneas de drenaje, excesiva

presión en la operación y contaminación en el fluido pueden ser la razón de daños en los sellos.

Soportes

Las líneas hidráulicas están expuestas a vibraciones o golpes cuando el fluido que fluye a través de ellas es repentinamente parado o invertido. Se puede causar fugas al aflojarse o desgastarse las uniones. Por esto las líneas deberán soportarse en intervalos con mensulas o abrazaderas. Es mejor no poner juntos los soportes a las conexiones para facilitar el ensamble o desensamble.

Mangueras flexibles

Se usan cuando las líneas hidráulicas están sujetas a movimiento. La capa interior de la manguera debe ser compatible con el aceite que se use. La capa exterior normalmente es de hule para proteger la capa de trenzas. La manguera puede tener tres capas o mas, una de trenzas o múltiples capas. Dependiendo de la presión a utilizar.

Instalación de manguera

Deben instalarse para que no se enreden durante la operación. Deben estar algo holgadas para aliviar el esfuerzo y permitir que surja la presión. Se pueden necesitar soportes para evitar que se safe o enrede con partes móviles. La manguera que este sujeta a un roce debe protegerse.

Sellos hidráulicos

Son necesarios para mantener la presión, para evitar la contaminación. Hay varios métodos para sellar los componentes hidráulicos, depende si el sello es positivo o negativo, en que si la aplicación del sello es estática o dinámica, cuanta presión va a contener.

Un sello positivo no permite la más mínima fuga de fluido.

Un sello negativo permite una pequeña cantidad de fuga interna, película que le sirve para lubricar.

Sellos estáticos

Es un sello que está comprimido dentro de dos partes rígidas. Se mueve solo cuando se aplica o retira la presión, pero las partes acopladas no se mueven en relación a ellas mismas .

Sellos dinámicos

Los sellos dinámicos se instalan entre las partes que si se mueven de acuerdo a ellas mismas. Aunque cuando menos unas de las partes deben rozarse, y que por lo tanto si este sujeto al desgaste.

Buna-n

O nitrilo se usa en grandes cantidades como material de sello en los sistemas hidráulicos modernos. Este moderadamente duro, se desgasta bien y no es costoso. El Buna-N tiene una alta gama de temperaturas, este mantiene sus propiedades selladoras en temperaturas de 40° hasta 230° F. A temperaturas altas moderadas, conserva su forma ya que otros sellos se derriten con el aceite de petróleo. Sin embargo con algunos fluidos sintéticos si se derriten.

Silicón

Tiene mayor porcentaje de temperatura que el Buna-N, siendo un material popular para sellos de los ejes rotatorios y los sellos estáticos en los sistemas que cambian su temperatura de muy fría a muy caliente. Conserva sus habilidades con temperaturas de 60° hasta 500° F.

Neopreno

Uno de los primeros elastómeros usados en los sellos de los sistemas hidráulicos era el neopreno. Muy duro aun se usa en sistemas hidráulicos de baja temperatura con fluidos de petróleo. Hasta temperatura de 150°F, por su cualidad de vulcanizarse si es mayor.

Previniendo fugas: Tres consideraciones para prevenirlas son:

1. Diseños para disminuirlas lo más posible.
2. Instalaciones apropiadas.
3. Controlar las condiciones de funcionamiento.

1.7.1 Lineamientos para tuberías

En Sidegua para la tubería hidráulica de hasta un diámetro de 38.0 mm se utilizan las siguientes uniones de tubería.

- Uniones weld-nipple con niple cónico (24°).
- Uniones EO2 (anillo de corte con parada definida y sello de gaucha nitrile-butrile).
- Uniones de tipo doblado (con sello de gaucha nitrile-butrile).
- Para tubería con diámetro externo mayor de 38.0 mm se usan las siguientes uniones de tuberías:
- Bridas SAE con nivel 3000 PSI para líneas de baja presión (ISO 6162).
- Bridas SAE con nivel 6000 PSI para líneas de alta presión (ISO 6162).
- Para tubería hidráulica con diámetro exterior mas grande de 76.1 mm, se deberán usar las uniones de tubería:
- Bridas de cuello soldable con nivel de presión PN 16 bars para líneas de baja presión (DIN 2633).
- Bridas cuadráticas de alta presión con un nivel de presión de PN 315 bars para líneas de alta presión (ISO 6164).

1.8 Tanques y acondicionadores del fluido en sala hidráulica

En sala hidráulica se encuentra instalado un tanque rectangular que esta enclavijado con un recipiente de aceite en el fondo. El tanque esta diseñado con placas interiores que aseguran que el medio permanezca sin movimiento. Cuenta con filtros de aires de 3 micrones utilizados para asegurar una muy buena ecualización de la presión en tanque para compensar las fluctuaciones.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1 Definición de mantenimiento

Se define como la serie de actividades que se debe de realizar a la maquinaria, equipos e instalaciones, con el propósito de conservar, corregir y prevenir fallas con la finalidad de que estos sigan prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Para poder ejecutar un plan de mantenimiento, se debe de contar con un grupo de personas, que su función principal será la conservación del servicio.

En cada empresa o industria existe un departamento de mantenimiento, el cual se organiza para ejecutar el tipo de mantenimiento, que aunque no sea el indicado, es el seleccionado por distintas razones a convenir por la gerencia.

2.2 Tipos de mantenimiento

Cada una de las diferentes aplicaciones de mantenimiento, tiene sus propias características, las cuales son estrechamente ligadas a maquinaria, equipos e instalaciones. Entre las que podemos describir:

2.2.1 Mantenimiento curativo

Es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento.

Es el equipo que determina las paradas. Su función es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y con el mínimo costo posible. Este tipo de mantenimiento es el único que se realiza en pequeñas empresas, por el maquillaje que se le realiza al equipo para que continúe la producción.

Por el tipo de aplicación tiene limitaciones y se representan de la manera siguiente:

a. Personal: cuando el equipo es nuevo, solo será necesario un pequeño grupo de técnicos para atender las fallas que se presenten, pero al pasar el tiempo, el equipo sufrirá mayor desgaste, y como consecuencia aumentará el número de fallas, que no permitirá ser atendidas por el mismo número de personas, por tal razón, será necesario que se contrate más personal de mantenimiento para poder atender todos los daños.

b. Maquinaria o equipo: al no manifestarse una pequeña deficiencia, puede darse con el tiempo, que otras partes del equipo fallen, dando origen a que un arreglo pequeño, sea razón de una reparación mayor, dando así, aumento en los costos de reparación y el tiempo de parada de la unidad.

c. Repuestos: existe la posibilidad que la parte afectada de la unidad para poder solucionar la falla, no se encuentre en el momento indicado en bodega, por no ser una reparación planificada y no existir información de la parte afectada. Dando como resultado que la demora sea mayor y se incrementen los costos.

d. Seguridad: será afectada ya que muchas veces se obliga a los equipos a trabajar en condiciones de riesgo para el personal, como a la unidad operacional.

2.2.2 Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se realiza al ocurrir una falla en la operación del equipo o máquina, con el fin de repararla. Se clasifica en:

No planificado

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no nos quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

Planificado

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior.

Si no que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción. En general, programamos la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no podríamos hacer con el equipo en funcionamiento.

Lógicamente, aprovecharemos para las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

Para el caso del ejemplo, podemos diferir hasta el fin de semana, en horas diurnas, la reparación de la chapa perforada si las condiciones del tiempo permiten realizarla.

Mientras tanto, debido a la zona en que ocurrió el hecho, probablemente no se haga más que trasladar los elementos que pudieran encontrarse cerca del patio interior y/o cubrirlos adecuadamente.

2.2.3 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir las reparaciones mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Características

Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina, en base a la experiencia y los datos históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, lubricar, ajustar, desmontaje, inspeccionar, limpieza, etc.

Ventajas

Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.

El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación, con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.

Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.

Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

Desventajas

Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.

Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

2.2.4 Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

Historia

Durante los años 60 se inician técnicas de verificación mecánica a través del análisis de vibraciones y ruidos, los primeros equipos analizadores de espectro de vibraciones mediante la FFT (Transformada rápida de Fourier), fueron creados por Bruel Kjaer.

Ventajas

La intervención en el equipo o cambio de un elemento.

Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

Desventajas

La implementación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.

Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.

Por todo ello la implementación de este sistema se justifica en máquina o instalaciones donde los paros inesperados ocasionan grandes pérdidas, y producen grandes costos.

2.2.5 Mantenimiento proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar concientes de las actividades que se llevan a acabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

2.3 Tipos de válvulas en sala hidráulica

Es importante tener el inventario de equipo con que cuenta la empresa, para saber cantidades y tipos, así como estado actual de funcionamiento y otros datos de interés, así mismo para implementar un programa de mantenimiento, sustitución o reemplazo.

Válvulas en bombas, tanque y acumulador

Mariposa

El funcionamiento básico de las válvulas de mariposa es sencillo, pues sólo requiere una rotación de 90° del disco para abrirla por completo. La operación es como en todas las válvulas rotativas rápida.

Poco desgaste del eje, poca fricción y por tanto un menor par, que resulta en un actuador más barato. El actuador puede ser manual, oleohidráulico o motorizado eléctricamente, con posibilidad de automatización.

Tabla I. Datos técnicos de válvulas de mariposa


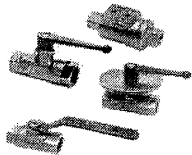
 BRAY	bombas	Tanque
Marca	Bray	Bray
Tipo	Mariposa	Mariposa
Material	Acero carbono	Acero carbono
Diámetro	3 pulgadas	3 pulgadas
Cantidad	4	2

Tabla II. Datos técnicos de válvulas de bola en acumuladores

 STAUFF	1 ½ pulg.	1 ¼ pulg.	1 pulg.	2 pulg.
Tipo	bola	Bola	Bola	Bola
Material	Acero carbono	Acero carbono	Acerocarbono	a-carbono
Presión máx.	5000 PSI	3600PSI	3600 PSI	3600 PSI
No. Parte	FBV22240001/L K	FBV22200001/L K	BBV21060001/L K	FBV22320001/L K
Marca	STAUFF	STAUFF	STAUFF	STAUFF
cantidad	4	4	4	1

Válvula Check

Este tipo de válvula es ideal en sistemas de potencia de líquido para permitir el libre flujo en una dirección y prevenir el flujo en dirección opuesta. Este tipo de válvula está disponible desde 1/8" hasta 2". Pueden ser usados para trasladar aceites de petróleo, líquidos basados en agua y sintéticos. Trabajan a una presión máxima de 5000 PSI para aplicación de no choque.

Buena precisión en línea endurecida conectada a tierra, diseño de sello metal a metal, capacidad de flujo alto a 150gpm con caída de baja presión, sello de material viton o buna-n.

Tabla III. Datos técnicos de válvulas check en bombas a tanque

Presión de trabajo	5000PSI 350 BAR
Marca	Hycon
Tipo	Check
Material	Acero sellos buna-n
Diámetro	1 ¼"
cantidad	4
No. parte	RVP25-1.0/12-25P

Significado de las abreviaturas del número de parte de la tabla anterior

RVP=montaje en bloque colector

25= 1 ¼"

1= acero carbono

12= SAE

25= 25PSI presión apertura

P= buna-n material sellos

Tabla IV. Válvula check serie C

Marca	Parker
Tipo	Check serie C
Material	Acero sellos de viton
Presión de trabajo	3000 PSI 207 BAR
Diámetro	1 ½"
Cantidad	2
No. parte	C1220S

Significado de las abreviaturas del número de parte de la tabla anterior

C= serie

1220= tamaño corresponde a 70GPM

S= acero

Válvula de liberación de presión operada con piloto

Este tipo de válvula limita la máxima presión en un sistema, la opción solenoide de ventilación DBW esta disponible para descargar la presión del sistema con cambio suave que no produce movimientos bruscos y actúa a la vez como amortiguador.

Tabla V. Datos técnicos de válvulas direccionales operadas con piloto

Marca	Rexroth 
Tipo	Direccional operada por piloto
Material	Acero, sellos buna-n
Presión de trabajo	2901PSI 200BAR
Flujo	118.9 GPM
Cantidad	4
No. Parte	DBW20B-2-5X/200

Significado de las abreviaturas del número de parte de la tabla anterior

DBW=con válvula bobina direccional empotrado

20= tamaño nominal

B= normalmente abierto

2= manga con pistón hexágono y protector

5X= serie 50 a 59 instalación y conexión no combinada

200= presión montable hasta 2901PSI

Válvula de revisión tipo Brida (flange)

Este tipo de válvula proporciona una manera efectiva para instalar un sistema de tubería que usa flanges de 4 pernos, para las aplicaciones donde uno requiere el flujo fijo de la superficie plana a la superficie con el sellado.

No.-parte-360SSUICFTA6120N03

Significado de las abreviaturas del número de parte anterior.

SSU corresponde a segundos Saybolt universal por interpolación

360SSU=78.56cSt (centistokes).

ICFT= inserta válvula check tipo brida (ICT checar)

A= código de diseño

61= patrón montaje SAE

20= tamaño nominal

N= componente sello

03= presión de apertura

2.4 Estación de tanque en sala hidráulica

Tabla VI. Datos técnicos de tanque

Marca	HSI
Capacidad	1000 galones
Largo	2 mt
Ancho	1.35mt
Alto	1.5mt
Material	Acero
Tipo de fondo	Plano
Pintura externa	Gris
No. filtros	4
Temperatura del fluido hidráulico	20 a 35 C

Tabla VII. Datos técnicos cambiador de calor en tanque

Marca	Thermal Transfer
Size	1000
Modelo	BF1608D4F
Gpm lado espejo	42
Gpm lado tubo	37
Temperatura max	35C
Temperatura min	10C
No. parte	F-1024-2-6-F

Tabla VIII. Datos técnicos filtros en tanque de sala hidráulica

	Filtro 1	Filtro 2
Marca	Schroeder	Schroeder
Modelo	RT1KZ5	NF30-1NN3
Tipo	K	Alarma
SSU	150	150
GPM	150	20
Presión	100PSI	3000PSI
Tempe Max. trabajo	107C	107C
Micron	5	30
material	Aluminio	Aluminio
Peso	11lbs	3lbs
cantidad	2	2

2.4.1 Bomba de recirculación

Tabla IX. Datos técnicos de bomba de recirculación del tanque

Marca	Vickers
Tipo	Paletas
Modelo	45V50-A1B-22R
Serie	F3 581699
Gpm	55 Gpm
Conjunto estator, rotor y paletas	VK45950
Sello kit	02-102573

Tabla X. Datos técnicos de acople de bomba de recirculación

Marca	Magnaloy
Tipo	Agarradera radial
Modelo	M 300
Material	Magnesio
Calibre máximo	1 5/8
Máxima extorsión	2,821 lb-in
No. Parte	M300-1-5/8 X 1-1/4

Tabla XI. Datos técnicos de motor de bomba recirculación

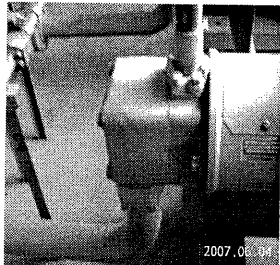
Marca	Baldor
Tipo	Abierto
Frame	184T
Serie	Sin dato
Hp	5
Volts	Trifásico 220-440
Hz	60
Rpm	1750
No. parte	M3218T

2.5 Estación de bombas en sala hidráulica

Esta compuesta por 4 bombas que generan una presión operativa de 160 Bar y cuentan con una presión nominal de 250 Bar, el conjunto trabaja con 3 de ellas y una en descanso que es rotada semanalmente.

2.5.1 Tipos de bombas

Tabla XII. Datos técnicos de bombas en sala hidráulica

Marca	Vickers Eaton Hydraulics 
Tipo	Paletas
Modelo	45V50-AIA-22R
Serie	F3 624088
Gpm	45
Conjunto estator, rotor y paletas	VK456236
Sello kit	04-251324
Cantidad	4 bombas
Presión de trabajo max.	3600PSI 250BAR

2.5.2 Motores de bombas

Tabla XIII. Datos técnicos de motores de bombas en sala hidráulica

Marca	Marathon 
Tipo	TFS
Modelo	BVJ405TSTFS14078AN
Serie	WAA006026
Hp	75
Voltios	Trifásico 230-460
Hz	60
Rpm	1185
Amperios	91.7
Frame	365TC
No. Parte	75/1200/405TSC/TEFC
Cantidad	4

Tabla XIV. Datos técnicos de acoples de bombas en sala hidráulica

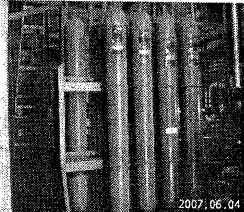
Marca	Magnaloy
Tipo	Agarradera radial
Modelo	M 600
Material	Magnesio
Calibre máximo	2-5/8
Máxima extorsión	11,596 lb-in
No. Parte	M600U-2-1/8W/1/2"K

Tabla XV. Datos técnicos de arrancadores

Marca	Cutler-Hammer Eaton
Nema	M-3
Voltios	460
Amperios	125

2.6 Estación de Acumuladores en sala hidráulica

Tabla XVI. Datos técnicos de acumuladores

Marca	Tobul 
Tipo	Pistón
Modelo	9 A 30-240
Capacidad gal/lts	30/113 nitrógeno
Peso lb/kg	911/413
Presión trabajo max.	3000PSI/207BAR
Presión prueba max.	4500PSI/310BAR
Presión explosión	12000PSI/827BAR
Material sellos	Buna-n
Temperatura operación	-28 a 93C
Cantidad	13
No. Parte	TBRG30-15-N-12SAE

2.7 Stand de válvulas en sala hidráulica

Tabla XVII. Datos técnicos de Válvulas de Bola

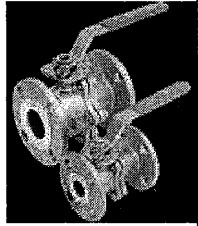
STAUFF 	1 ½ pulg.	1 ¼ pulg.	1 pulg.	2 pulg.
Tipo	bola	Bola	Bola	Bola
Material	Acero carbono	Acero carbono	Acero carbono	a-carbono
Presión máx.	5000 PSI	3600PSI	3600 PSI	3600 PSI
No. Parte	FBV22240001/L K	FBV22200001/L K	BBV21060001/L K	FBV22320001/L K
Marca	STAUFF	STAUFF	STAUFF	STAUFF
Cantidad	6	9	4	3

Tabla XVIII. Datos técnicos de Válvulas de bola con cierre o candado de 1 y 2 vías

	½"	3"	¾"	¾"
Tipo	Bola 1 vía	2 vías brida	2 vías brida	BOLA 1 VIA
Material	Acero	Acero	Acero	ACERO
Presión max.	7250PSI	2000PSI	4500PSI	4500PSI
No. Parte	BBV21080001-LK	BBV27480001M-LK	BBV23120001-LK	BBV21120001-LK
Marca	STAUFF	STAUFF	STAUFF	STAUFF
Cantidad	11	3	3	17

Válvula de control direccional con perno mojado AC y DC

Son solenoides operados por válvulas bobinas direccionales, que controlan inicio y alto de dirección de flujo.

Construcción de larga duración, bobinas removibles para reemplazo rápido y conservación de voltajes AC y DC.

Solenoides de doble frecuencia AC voltaje de 5060 Hz en operación.
Conectores eléctricos individuales y perno mojado con tubos de núcleo, con capacidad de alta presión de tanque.

Tabla XIX. Datos técnicos de válvula control direccional

Marca	Rexroth 
Tipo	Direccional, 2 solenoides
Material carcasa	Acero
Material sellos	NBR y FPM
Presión de trabajo Max.	5100PSI 350BAR
Rango de temperatura	-30 C a 80C
Medio de operación	Fluido hidráulico Glicol
Rango de viscosidad	35SSU a 2320SSU
Flujo de trabajo	21 GPM
Cantidad	12
Voltaje	AC120-240v; DC12-24v
Área ubicación	Stand de válvulas
No. Parte	4WE6D6X/EG24-N9DK23L

Significado de las abreviaturas del número de parte de la tabla anterior.

4WE= 4 puertos de servicio

6D= tamaño

6X= serie

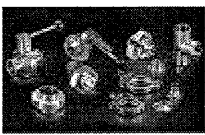
E= solenoide de alto rendimiento

G24= 24V DC

N9= con protección manual anular

DK23L= con caja terminal de 3 pines al solenoide

Tabla XX. Válvula check en stand de válvulas

Marca	Parker 
Tipo	Check serie C
Material	Acero sellos de viton
Presión de trabajo	3000 PSI 207 BAR
Diámetro	1 ½"
Cantidad	5
No. Parte	C1220S

Válvula direccional con perno mojado DC solenoide

Operada con solenoide directo, solenoide con armadura central y bobinas removibles, con bobinas reemplazables sin usar líquido y anulador manual standard.

Tabla XXI. Datos técnicos válvula direccional con solenoide

Marca	Rexroth 
Tipo	Direccional, 2 solenoides
Material carcaza	Acero
Material sellos	NBR y FPM
Presión de trabajo Max.	3000PSI 210BAR
Rango de temperatura	-30 C a 80C
Medio de operación	Fluido hidráulico Glicol
Rango de viscosidad	35SSU a 2320SSU
Flujo de trabajo	21 GPM
Cantidad	6
Voltaje	DC12-24v
Área ubicación	Stand de válvulas
No. Parte	4WE10D3X/CG24N9DK23L

Válvula de reducción de presión

Este tipo de válvula tiene 3 conductos de reducción de presión que la reducen en la rama más abajo que en el circuito principal, consta de Carter bobina de control, resorte de ajuste que aumenta o disminuye la presión.

Tabla XXII. Datos técnicos de válvula de reducción de presión

Marca	Rexroth
Tipo	Reducción, operado directo
Material carcaza	Acero
Material sellos	NBR nitrilo
Presión de trabajo Max.	3050PSI 210BAR
Rango de temperatura	-30 C a 80C
Medio de operación	Fluido hidráulico Glicol
Rango de viscosidad	60SSU a 3710SSU
Flujo de trabajo	21 GPM
Cantidad	2
Área ubicación	Stand de válvulas
No. Parte	ZDR10DP25X/150YM/12

Significado de las abreviaturas del número de parte de la tabla anterior.

Z= Diseño sándwich

DR= válvula reducción

10= tamaño

D= operado directo

P= reducción de presión

2= tornillo de ajuste y con tapa protectora

5X= serie

150= 2175PSI

Y= drenaje interno pilotado al exterior

M= sin libre circulación inversa

Válvula direccional operada con piloto

Tabla XXIII. Datos técnicos de válvulas operadas con piloto

Marca	Rexroth 
Tipo	Direccional con piloto
Material carcaza	Acero
Material sellos	NBR nitrilo
Presión de trabajo Máxima	5100PSI 350BAR
Rango de temperatura	-30 C a 80C NBR
Medio de operación	Fluido hidráulico Glicol
Rango de viscosidad	35SSU a 2320SSU
Flujo de trabajo	290 GPM
Cantidad	4
Voltaje	AC y DC
No. Parte	4WEH227X/6EG24-NRDK25L

2.8 Tubería hidráulica en sala hidráulica y consumidores hidráulicos

2.8.1 Líneas de alta presión

Tabla XXIV. Datos técnicos de tubería de alta presión

	Cedula 80	Cedula 160	Marca
Tubería	2" diámetro ext.	4" diámetro ext	COMM
Cabezal	2" diámetro ext.	4" diámetro ext.	HSI
Presión operativa	160 BAR	450 BAR	
Presión nominal	250 BAR	550BAR	
Presión de prueba	375 BAR	800 BAR	

2.8.2 Líneas de baja presión

Son las utilizadas con tubería de cedula 40, para soportar presiones de 16 a 25 BAR.

2.8.3 Mangueras en sala hidráulica

Tabla XXV. Datos técnicos de mangueras en sala hidráulica

Marca	Parker
Presión de trabajo máxima	3000PSI
Medida	1 ¼"
Modelo	721TC-20
SAE	100R12-20
Cantidad	4

2.8.4 Cilindros accionadores

Tabla XXVI. Datos técnicos de cilindros accionadores

Marca	Vickers
Tipo	Pistón, vástago
Material carcaza	Acero
Material sellos	NBR nitrilo, viton
Presión de trabajo Máxima	5000PSI a 7000PSI
Rango de temperatura	80°C A 150°C
Medio de operación	Fluido hidráulico Glicol
Rango de viscosidad	35SSU a 2320SSU
Cantidad	6
Aplicación	Temp. Baja y alta, baja fricción y normal
No. Parte	TZ-17KM5N5KW108

Significado de las abreviaturas del número de parte de la tabla anterior.

TZ 17 KM 5 N 5 K W 108

Donde

TZ = ANSI B93 = cilindro hidráulico intercambiable

17 = tipo de agarradera de montaje

KM = diámetro calibre y barras

5 = tipo de extremo de barra

N = sistema de sellado normal, fricción baja, temperatura alta

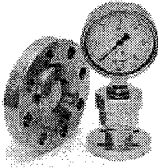
5 = tipo de orificios

- K = localización de los orificios
- W = localización del cojín
- 108 = longitud del stroke

2.9 Instrumentos de medición en sala hidráulica

2.9.1 Manómetros

Tabla XXVII. Datos técnicos de manómetros en sala hidráulica

HSI 	Manómetro clase 1	Manómetro clase 2
Marca	HSI	HSI
Modelo	PG3000	PG5000
tipo	Carátula	Carátula
tamaño	3 pulg.	3 pulg.
Rango presión	20 a 3000 PSI	20 a 5000 PSI

2.9.2 Termómetros

Tabla XXVIII. Datos técnicos de termómetros en sala hidráulica

Marca	JMS
Modelo	3ESBK7.5ASPZZYPZL
Tipo	Bulbo inmerso
Ohmios	100
Diámetro bulbo censor	¼"
Material tubo	Acero inoxidable
Temperatura max.	100C

2.9.3 Medidores de nivel

Tabla XXIX. Datos técnicos medidores de nivel

Marca	Smith
Modelo	F4-S1
Serie	DL-1303
Tipo	Desplazamiento positivo
Lectura	1000 galones

2.10 Evaluación económica de paros no programados

2.10.1 Determinación de tiempo perdido

Para determinar el tiempo perdido o tiempo de parada de los equipos a causa por fallas, el cual perjudica la producción de elaboración de acero líquido, se tomaron datos como porque se paro, el tiempo del paro en horas y el motivo que causo el paro. Se tomaron datos durante un periodo de tres meses y los resultados se muestran en la tabla a continuación.

Tabla XXX. Resultados de tiempo perdido

Fecha	Razón del paro	Causa de paro	Tiempo (hrs.)
05/10	Fuga de aceite	Manguera de bomba # 3 se reventó	6
06/10	Paro de sistema hidráulico	Control de presión no reconoce lectura	2
10/10	Paro de bomba # 1	Se rompe acople	6
12/10	Nivel de aceite	Fugas de aceite en todo el sistema	2
14/10	Vibración de tubería de stand de válvulas	Se quebró soporte de sujeción	3
16/10	Paro de sistema hidráulico	Corte en alambre de corriente en bomba de recirculación	0.5
19/10	Nivel de aceite	Fugas de aceite en todo el sistema	2
23/10	Bomba # 2 no funciona	Cambio de rodamiento a motor	48

26/10	Paro de sistema hidráulico	Taponamiento del filtro de en bomba de recirculación de aceite	1
26/10	Paro del sistema hidráulico	Limpieza en tanque por taponamiento en salidas	3
29/10	Fuga mayor en válvula del sistema	Rompimiento de sello	5.5
29/10	Paro de sistema hidráulico	Arrancadores se dispararon y cortaron suministro eléctrico	0.5
31/10	Manómetro de bomba # 2 se rompió	Cambio de manómetro de bomba # 2	1
2/11	Válvula direccional no funciona	Atoramiento no permitiendo paso del fluido	4
3/11	Nivel de aceite	Fugas de aceite en todo el sistema	2
6/11	Paro de sistema hidráulico	Por problemas en el panel de control bombas no arrancan	1
12/11	Paro en sistema hidráulico	Descontrol de amplificador electrónico del stand de válvulas	1.5
15/11	Paro de bomba # 3	Se rompe acople	18
19/11	Paro en sistema hidráulico	Se resetea el driver card de stand de válvulas	2
22/11	Nivel de aceite	Fugas de aceite en todo el sistema	2
23/11	Acumuladores fuera de servicio	Cambio de Kit. de sellos	36

29/11	Paro de bomba # 1	Afloja tornillos de sujeción de manguera	2
4/12	Paro de sistema hidráulico	Se detecta una sobre presión	0.5
8/12	Nivel de aceite	Fugas de aceite en todo el sistema	2
13/12	Válvula de control de flujo	Se quebró accionador de candado de plataforma	5
16/12	Paro de bomba # 3	Taponamiento de válvula check de regulación	6
22/12	Paro de sistema hidráulico	Se quemó el limit switch de los cilindros	3
28/12	Nivel de aceite	Fugas de aceite en todo el sistema	2
28/12	Manguera de manómetro	Se quebró	1
30/12	Paro de sistema hidráulico	Problemas eléctricos en área eléctrica	1
03/01	Bomba # 2	Se rompe acople	8

Si sumamos las horas de tiempo perdido a causa de falla en equipos, tenemos que nos da un total de 177.5 horas, en el lapso de los tres meses de muestra, dando un promedio mensual de 59 horas.

Si sumamos las horas de paro no programados, que afectan directamente a la producción, a causa del paro del sistema hidráulico, nos dan un total de 16.5 horas, en el lapso de los tres meses de muestra, dando un promedio mensual de 5.5 horas.

2.10.2 Costos debido a paros

El tiempo en el cual el sistema hidráulico esta parado debido a varias causas ocurridas por paros no programados en sus equipos, representan costos para la empresa que se pueden determinar tomando en cuenta varios aspectos.

Si sabemos que una colada producida por el horno, tiene en promedio 60 toneladas de acero y que el tiempo para elaborarla es aproximadamente de 1 hora, entonces podemos calcular cuantas coladas se pueden producir en un día y también que cantidad pierde la empresa, por no cumplir con la producción, a causa de paros no programados en los equipos de la sala hidráulica, la cual le proporciona los movimientos necesarios al horno de fundición.

El tener en paro el sistema hidráulico, implica detener la producción de acero, esto genera gastos de diferentes tipos para la empresa, que se representan en pérdida acumulada que es muy difícil de recuperar, así mismo podemos hacer visibles estos gastos en los siguientes aspectos.

1. Al tener el sistema hidráulico fuera de servicio, estamos atrasando la colada y nos lleva a caer en tiempo extra con el personal que interviene en la producción los cuales son:

- El operador del horno
- El encargado de pruebas de laboratorio
- Supervisor de producción
- Supervisor de mantenimiento
- Encargado de agregar materiales
- Mecánico
- Electricista

- Ayudante de mecánico
 - Ayudante de electricista
2. Consumo de energía.
 3. Consumo de diesel.
 5. Costos en repuestos y materiales a utilizar.
 6. Costos debido a tiempo invertido para planificar la emergencia.
 7. Costos debido a asesoría nacional e internacional.
 8. Gasto de mano de obra de contratistas que es necesario.

Hay mas gastos que se pueden sumar a la lista, pero finalmente son relativamente pequeños comparados con el impacto que se puede generar al dejar de producir acero fundido que según lo planificado son pedidos que se tienen que cumplir en fechas estipuladas por las demandas que requieran los consumidores finales.

Para tener un estimado de los costos debidos a paros no programados, que afectan directamente a la producción, tomaremos como base el resultado en horas en la toma de tiempos perdidos.

Promedio de horas al mes de tiempo perdido = 59 hrs.

Promedio de horas al mes de paro no programado = 5.5hrs.
que afectaron directamente a la producción

Las horas debidas a paros no programados, se reponen corriendo la programación de producción, hasta llegar al día domingo, donde se hace efectivo el tiempo extra debido a que la producción es baja o cero.

Días trabajados al mes = 26

Horas extras de personal que interviene en la producción

Operador del horno

Salario mensual de Q 7,000.00

Salario diario = $7,000 / 30 = Q 233.33$

Salario por hora $233.33 / 8 = Q 29.16$

Hora extra $29.16 * 1.5 = 43.75$

Total horas extras = $5.5 \text{ hrs.} * 43.75 = Q 240.63$

Encargado pruebas de laboratorio

Salario = Q 2,500.00

Salario diario = $2500 / 30 = Q 83.33$

Salario por hora = $83.33 / 8 = Q 10.41$

Hora extra = $10.41 * 1.5 = Q 15.62$

Total extras = $5.5 * 15.62 = Q 85.91$

Supervisor de producción

Salario mensual = Q 8,000.00

Salario diario = $8,000 / 30 = Q 266.66$

Salario por hora = $266.66 / 8 = Q 33.33$

Hora extra = $33.33 * 1.5 = Q 50.00$

Total costos extras = $50 * 5.5 = Q 275.00$

Supervisor de mantenimiento

Salario mensual = Q 8,000.00

Salario diario = $8,000 / 30 = Q 266.66$

Salario por hora = $266.66 / 8 = Q 33.33$

Hora extra = $33.33 * 1.5 = Q 50.00$

Total costos extras = $50 * 5.5 = Q 275.00$

Encargado de agregar materiales

Salario mensual = Q 2,500.00

Salario diario = $2,500 / 30 = Q 83.33$

Salario por hora = $83.33 / 8 = Q 10.41$

Hora extra = $10.41 * 1.5 = Q 15.62$

Total de costos por extra = $15.62 * 5.5 = Q 85.91$

Mecánico

Salario mensual = Q 3,800.00

Salario diario = $3,800 / 30 = Q 126.66$

Salario por hora = $126.66 / 8 = 15.83$

Hora extra = $15.83 * 1.5 = 23.75$

Total costo por extras = $23.75 * 5.5 = Q 130.62$

Eléctrico

Salario mensual = Q 3,800.00

Salario diario = $3,800 / 30 = Q 126.66$

Salario por hora = $126.66 / 8 = 15.83$

Hora extra = $15.83 * 1.5 = 23.75$

Total costo por extras = $23.75 * 5.5 = Q 130.62$

Ayudante de mecánico

Salario = Q 2,500.00

Salario diario = $2500 / 30 = Q 83.33$

Salario por hora = $83.33 / 8 = Q 10.41$

Hora extra = $10.41 * 1.5 = Q 15.62$

Total extras = $5.5 * 15.62 = Q 85.91$

Ayudante de eléctrico

Salario = Q 2,500.00

Salario diario = $2500 / 30 = Q 83.33$

Salario por hora = $83.33 / 8 = Q 10.41$

Hora extra = $10.41 * 1.5 = Q 15.62$

Total extras = $5.5 * 15.62 = Q 85.91$

Gasto de energía

La energía consumida por el horno en cada colada es de 25,000 Kwh.
Si tomamos en cuenta que cada colada tiene en promedio 1 hora de fundición.
Entonces tenemos lo siguiente:

El costo para la empresa, de electricidad por Kwh. es de Q 0.80 Kwh. Y que el consumo de energía es de 25,000KWh entonces tenemos.

$$\text{Quetzales por colada } 25,000 * 0.80 = \text{Q } 20,000.00$$

El costo anterior es el resultado por hora de cada colada que se produce.

Si todos los equipos no tuvieran paros no programados que perjudiquen a la producción, no incurriríamos en estos costos, pero como si los hay entonces son reales y afectan tanto a la producción, como a las utilidades de la empresa.

De las tablas de determinación de tiempo perdido, tenemos que, el resultado en horas de paro promedio al mes es de 5.5 hrs.

Teniendo este dato de 5.5 horas podemos establecer lo siguiente:

$$\text{Costo al mes extra de energía} = 5.5 * 20,000 = \text{Q } 110,000.00$$

Consumo de diesel

400 litros de diesel por colada

El costo de diesel para la empresa es de Q 14.00 por galón entonces nos da.
 $400 \text{ lts} * 1\text{gal}/4\text{lts} = 100 \text{ galones.}$

Costo quetzales = $100 * 14 = 1,400.00$ por colada en 1 hora.

Tomando como referencia las 5.5 horas de paros al mes tenemos.

Costo al mes de diesel = $5.5 * 1,400 = Q 7700.00$

Si sumamos los costos del personal, costos de energía, costos de diesel que se manejan por el paro no programado al mes en promedio tenemos que es de:

Costo por personal = 1,395.51

Costo por energía = 110,000.00

Costo por diesel = 7,700.00

Total mes promedio = Q 119,095.51

Los costos adicionales en los que se incurren en la reparación así como los repuestos utilizados y suministros, tienen incidencia en los costos totales, pero los costos mas significativos si duda son los provocados a causa de las horas extras, consumo de energía y diesel que son críticos, a causa de la parada no programada de los equipos.

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

3.1 Organización del departamento de mantenimiento

Consiste en integrar e involucrar todas las iniciativas que tienen que ver específicamente con la administración del mantenimiento y que aseguran esencialmente la disponibilidad de los activos.

Planeación

Fase de la administración del mantenimiento que define adonde queremos llegar, como alcanzar el objetivo y en que momento se lograra la meta.

Organización

Fase de la administración del mantenimiento en la que se estructuran los recursos de manera funcional, dividiendo el trabajo para determinar la cantidad de puestos por categoría y aplicaciones.

Ejecución

Es el punto donde el administrador tiene al grupo de personas que realizaran las labores que le han sido asignadas y debe de trabajar en coordinación para, dirección, entre administrador y subordinados.

Control

Supervisión de los procedimientos a seguir y que todos los lineamientos planteados se cumplan si no enderezarlos para que se cumplan.

3.1.1 Costos de mantenimiento

Costos totales de mantenimiento comprenden:

- Mano de obra
- Materiales y repuestos
- Tiempo muerto en producción

Los costos se pueden clasificar en:

Costos fijos

- Incurridos en todas las actividades planeadas de mantenimiento.
- Son fijos porque son independientes del volumen de producción o servicios.
- Fijos porque son planeados para periodos de tiempo definidos previamente.

Costos variables

- Gastos incurridos cuando aparecen fallas o reparaciones no planeadas.
- Sus valores dependen de la mano de obra, materiales, repuestos, instrumentos de mantenimiento, etc. que se usen para llevar a cabo las reparaciones o modificaciones.
- Estos costos pueden controlarse mediante la aplicación de instrumentos como: análisis de fallas, procedimiento FMECA (Failure, mode, effects, causes and criticality analysis), el RPN (Risk priority number), análisis predictivos.

Costos financieros

Generan costos financieros lo siguiente:

- Inversión en repuestos, materiales e insumos en almacén
- Duplicidad de maquinaria para elevar la confiabilidad (o disponibilidad)
- Otros valores asociados

Costos de la no disponibilidad por fallas

- El valor de no poder utilizar una maquina por reparaciones o modificaciones causadas por fallas imprevistas es el rubro más importante en los costos de mantenimiento.
- Normalmente superior a los otros tres anteriores sumados.

La estimación de este costo se realiza como sigue:

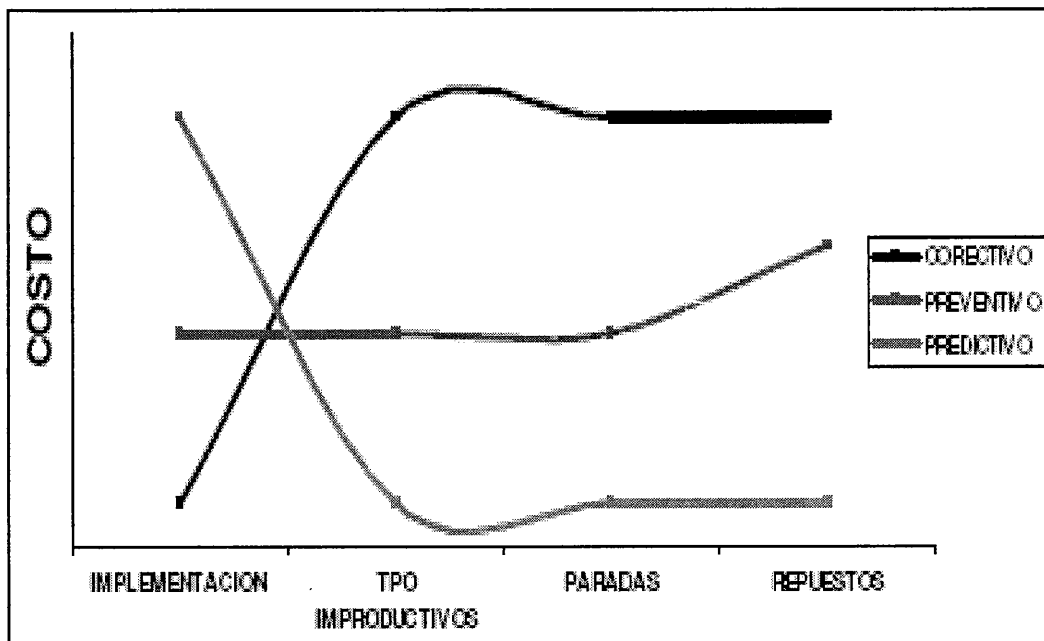
$$\text{Costo de la no disponibilidad} = \text{Costo de la producción en tiempo} (1 - \text{Disponibilidad en el tiempo})$$

Comparación de costos de los tres sistemas de mantenimiento

Tabla XXXI. Comparación de los sistemas de mantenimiento

Mantenimiento Costos	Correctivo	Preventivo	Predictivo
Para implementar	Bajo	Mediano	Altos
Improductivos	Altos	Mediano	Muy bajos
Tiempo de parada	Altos o indefinidos	Predefinidos	Mínimos
Asociado a existencia de repuestos	Alto consumo e indefinidos	Alto consumo y definidos	Consumo mínimo

Figura 8. Comparación de los sistemas de mantenimiento



3.1.2 Codificación de activos

- La codificación sirve para identificar física y contablemente los activos de la empresa.
- Facilita el control sobre los activos y el seguimiento a los trabajos que se hacen en ellos.
- Es importante definir el nivel de detalle de activo que se codificará: equipos y sub-equipos (equipos padres, hijos, nietos, etc.). No confundir con partes o repuestos.

Características de los códigos

- Correlativos comunes o códigos inteligentes.
- Numéricos o Alfanuméricos.
- Sencillos y prácticos. Recordar que se usarán para control y seguimiento de los activos.
- Relacionan clases y subclases de activos.
- En armonía con Contabilidad.
- Necesidad de control estricto de su asignación.

Descripción de activos

- Nombre con el que se conoce un activo.
- Sencilla y práctica. El personal debe estar familiarizado con ella.
- Considerar la utilización de un "alias".
- Debe tener una estructura definida.
- Las ubicaciones físicas (técnicas) de los activos también se codifican y nombran.

Criticidad de activos

- Nuestro enfoque siempre serán los activos críticos.
- Tipos de criticidad para mantenimiento:
- Activos A: Los más críticos. Generalmente equipos grandes, caros y complejos.
- Activos B: Los regularmente críticos.
- Activos C: No son críticos. Generalmente equipos pequeños y baratos.

3.1.3 Fichas de mantenimiento de activos

En un departamento de mantenimiento se maneja mucha información, que se tiene que guardar de una manera ordenada y sistemática que nos permita encontrarla cuando la necesitemos.

La podemos mantener por escrito o en computadora dependiendo de las posibilidades en el lugar que nos encontramos, generalmente esta información la acumulamos del movimiento diario de mantenimiento o en tiempos reducidos.

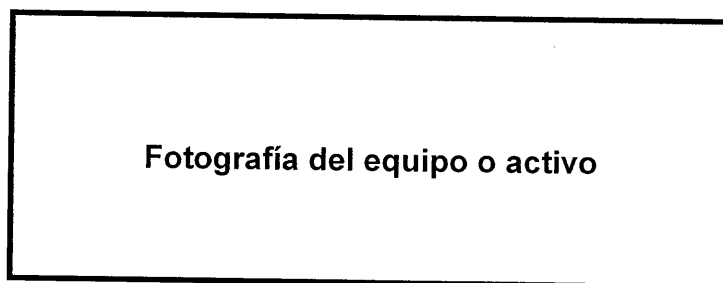
3.1.4 Fichas técnicas de activos

Necesitamos conocer los datos técnicos más importantes de los activos de la empresa:

- Marca, modelo y núm. de serie partes/repuestos
- Proveedor y contacto Consultas/requerimientos
- Características eléctricas y mecánicas instalación/manto
- Fechas fabricación, compra e instalación garantías/servicios
- Dimensiones ubicación/equivalencia
- Fotografía referencia física. Ver figura 9.

Figura 9. Formato ficha técnica de equipo

Siderúrgica de Guatemala						
Ficha técnica de equipo						
Proyecto			Nombre del equipo			
Unidad No.		Plano de dibujo No.				
DATOS DE LA PLAQUETA DEL MOTOR O EQUIPO						
Fabricado por		No serie		Modelo	Hp	
Rpm	FL Amp	Volts	Frame	Kva. code	Fases	
Braker size	Contactor size		Power cable size			
Lugar de ubicación			Departamento		Piso	Código
Línea de producción		Fecha de compra		Fecha de instalación		Garantía
Clasificación	Vida útil esperada		Prioridad	Código contable		Peso
Proveedor		Año de fabricación		Nuevo/Usado		
e-mail proveedor		Teléfono		Manual de operaciones		Planos



3.1.5 Solicitudes de mantenimiento

Cualquier requerimiento específico al departamento de mantenimiento debe hacerse a través de una solicitud de mantenimiento.

Estos documentos también sirven para reportar fallas en activos de la empresa.

Se debe detallar el activo y fechas involucradas, el equipo de trabajo responsable, la prioridad del trabajo y la descripción específica, entre otros.

3.1.6 Órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo nos ayudan a definir, planificar, asignar, controlar y monitorear las actividades de mantenimiento que se realizan a un equipo o activo.

Estas actividades pueden solicitarse directamente, originarse de las solicitudes de mantenimiento, reporte de fallas o de los planes de mantenimiento.

Establecer un historial/registro de los trabajos específicos desarrollados en los diferentes activos. Ver figura 10.

3.1.7 Historial de equipos

Nos sirve para crear un registro histórico del desempeño de los activos y de los trabajos realizados en los mismos para determinar:

- Tiempo de operación y parada.
- Número de fallas.
- Actividades de mantenimiento realizadas.
- Costos de mantenimiento.
- Materiales, repuestos y herramientas utilizados.
- Mano de obra y especializaciones involucradas.
- Surge de las órdenes de trabajo de Mantenimiento para cada ubicación de equipos o activos.
- Puede actualizarse a mano o por medios electrónicos. Ver Figura 11.

3.1.8 Procedimientos de mantenimiento de equipos

Se generan con el objetivo de dar descripción de las actividades o rutinas de mantenimiento que deben realizarse a un equipo.

- Definen entre otras cosas:
 - Lo que hay que hacer.
 - Cómo se tiene que hacer.
 - El tiempo óptimo para realizarlo.
 - Cuántas personas se necesitan.
 - Qué habilidad o especialidad es necesaria.
 - Los materiales y herramientas necesarios.
 - Los requerimientos de calidad, seguridad y ambiente. Ver figura 12.

3.1.9 Rutinas de mantenimiento

- Actividades de rutina (periódicas) diseñadas para minimizar el riesgo de fallas y la interrupción no planificada del servicio de los activos.
- Su objetivo es incrementar las actividades de mantenimiento preventivo para reducir las emergencias y los tiempos de paro.
- Orientadas a los activos críticos de planta o proceso.
- Es adecuado analizarlas para cada activo involucrado: máquinas, equipos, sistemas, edificios, etc.

Figura 10. Formato orden de trabajo

SIRERURGICA DE GUATEMALA				Orden de trabajo			
1.Fecha:				2.Orden de trabajo No.			
3- Tipo de orden de trabajo:				4-Tipo de labor:			
5-Codigo de equipo:				6-Prioridad de trabajo:			
7-Descripcion de equipo:				8-Ubicacion:			
9-Solicitado por:				10-Planificado por:			
11-Aprobado por:				12-Fecha programada:			
13-Trabajo solicitado o problema:							
14-Apoyo requerido:							
15-Acción:							
16-Hora inicio				17-Hora final:			
18-Fecha de finalización:				19-Concluido por:			
21-trabajo:				22-Repuestos			
Empleado no.	Actividad	Horas	Tipo	Parte	Desc.	cuenta	Can.
23-Material de trabajo							
No. parte:				Descripción:			Cant:

Figura 11. Formato historial de equipo

Siderurgica de Guatemala Equipo		HISTORIAL DE EQUIPO						Mantenimiento					
		Localizacion			Area			Codigo					
Fecha	No. Orden	Descripcion de la actividad	Repuestos utilizados		Mano de obra		costo total	hora inicio	hora final	No. Fallas			
			Repuestos	Costo	Hrs hombre	costo obra							

Figura 12. Formato procedimiento de trabajo

SIDERURGICA DE GUATEMALA

Procedimiento de mantenimiento

Planta:	Equipo:	Código:
No. de personas	Tiempo estimado	Técnico requerido:
Descripción requerida de mantenimiento:		
Condiciones de seguridad, ambiente, calidad:		
Equipo, herramienta, materiales a utilizar:		
Procedimiento:		

Figura 13. Informe de mantenimiento

Siderúrgica de Guatemala			
Fecha	Realizado por: _____	Ubicación	Código
Equipo	Descripción del trabajo		Tiempo
Responsable _____ Jefe de Área _____			

3.1.10 Desarrollo del programa de mantenimiento

Los formatos anteriormente descritos se recomiendan para los equipos, activos y maquinaria de toda la planta.

La mejor forma de hacer funcionar estos métodos, es aplicar cada uno de los formatos por equipo, activo y máquina que forman parte de la empresa, de una manera ordenada, fácil de localizar cuando se requiera información ya sea manual o en computadora.

De esta forma tendremos una planta ordenada, funcional y con mejores oportunidades que sus activos estén operando en las mejores condiciones.

Es importante mencionar que en la compra de activos nuevos se haga la misma aplicación para crear información de inicio que nos sirva por muchos años de operación de los mismos.

3.2 Programa de mantenimiento preventivo en sala hidráulica

La mecánica a utilizar para la realización de las visitas de inspección y desarrollo de rutinas, así como tiempos de ejecución se han resumido en los cuadros que a continuación se presentan como manual en el cual se indica la tarea a realizar en cada equipo, la frecuencia con que se ejecuta dicho mantenimiento y el tiempo en horas que se estima para realizarla.

Las rutinas de mantenimiento se dividieron en cinco áreas como se describen a continuación:

- Estación de tanque
- Estación de bombas
- Estación de acumulador
- Estación de válvulas
- Cilindros accionadores

3.2.1 Estación de tanque

Tabla XXXII. Programa de mantenimiento preventivo estación de tanque

Tarea	operación	frecuencia	tiempo(hrs.)
Revisión	Pintura de paredes y techo sin corrosión	Mensual	3
Inspeccionar	Uniones de soldadura en paredes, entradas y salidas de tubería	Semanal	2
Revisar	Estructura base de soporte de carga de tanque	Mensual	0.5
Limpiar	Fluido hidráulico y filtros	Semanal	6
Chequear	Válvulas de entrada y salida para eliminar posibles fugas	Semanal	2
Revisión y limpieza	Medidor de nivel, termómetro y manómetro de retorno	Mensual	2
Medición	En termómetros y bulbo de presión (corriente)	Diario	1
Revisión	Seguro de Candados de válvulas	Diario	0.5
Limpieza	De tanque y sus componentes	Mensual	3
Limpieza	Bomba de recirculación e intercambiador de calor	Mensual	1
Medición	De corriente en bomba de recirculación	Semanal	0.5
revisión	De pintura de motor y bomba de recirculación e intercambiador de calor	trimestral	1

Continuación de la tabla XXXII.

tarea	operación	frecuencia	tiempo(hrs.)
Inspección	De funcionamiento, ruidos, de bomba y motor de recirculación, acoplamiento e intercambiador de calor	Quincenal	1
Lubricación	De candados y vástagos de válvulas en entrada y salida del tanque	Trimestral	2
Limpieza, revisión y prueba	Contactador de bomba e intercambiador de calor	Mensual	2
Inspección, calibración y limpieza	De electroválvulas en el tanque	Trimestral	6
Medición	De electroválvulas en tanque	Semanal	1
Ajuste y nivelación	De estación de tanque	Trimestral	4
Prueba	De funcionamiento de alarmas y luces indicadoras que enciendan	Quincenal	1
Limpieza	Tablero de control de alarmas y detectores	Quincenal	1
Limpieza	Interior del tanque por residuos de sellos	semestral	5

3.2.2 Estación de bombas

Tabla XXXIII. Programa de mantenimiento preventivo estación de bombas

Tarea	Operación	frecuencia	tiempo(hrs.)
Limpieza	Superficial de motores y bombas	quincenal	2
Revisión	De pintura en bombas, motores y estructura base	trimestral	0.25
Medición	De corriente en motores eléctricos y válvulas	semanal	1
Revisar y probar	Arranque de motores manual y automático	mensual	1
Limpieza y ajuste	De panel eléctrico de arrancadores	trimestral	2
Revisar	Fugas de glicol en válvulas bombas y otros	semanal	1
Inspección	Del funcionamiento de las bombas y motores, ruidos anormales	quincenal	1
Prueba	De funcionamiento de paro de emergencia del área de bombas	semanal	0.25
Limpieza	De paredes, techo y piso	mensual	1
Lubricación	De motores de bombas	semanal	1
Lubricación	De válvulas	mensual	1
Revisión	De acoples de bomba-motor	mensual	2
Ajuste y calibración	De válvulas solenoides	anual	10
Inspección	Estación de bombas	diaria	0.5

3.2.3 Estación de acumuladores

Tabla XXXIV. Programa de mantenimiento preventivo estación de acumuladores

Tarea	Operación	frecuencia	tiempo(hrs.)
Limpieza	De acumuladores, tubería y conexiones	Quincenal	3
Revisión	De pintura, oxidación, grietas por vibración en estructura, tubería y soportes de estación de acumuladores	Trimestral	2
Lubricación	De válvulas de bola y compuerta en la entrada y salida del sistema	Trimestral	3
Revisión y ajuste	Cinturones y estructura de acumuladores	Trimestral	2
Limpieza	De contactores de válvulas de emergencia	Trimestral	2
Revisión	De fugas de nitrógeno en válvulas, acoples, conectores, manómetros, tubería	Semanal	1
Ajuste y calibración	Válvulas reguladoras y emergencia	Anual	10
inspección	De estación de acumuladores	diaria	1

3.2.4 Estación de válvulas

Tabla XXXV. Programa de mantenimiento preventivo estación de válvulas

Tarea	Operación	frecuencia	tiempo(hrs.)
Limpieza	Estación de válvulas	Mensual	6
Revisión	Fugas en válvulas, tubería, mangueras, uniones	Quincenal	2
Lubricación	De válvulas de bola y paso de todo el sistema	Trimestral	4
Revisión	Pintura de estación de válvulas	Trimestral	1
Inspección	De manómetros	Semanal	1
lectura y medición	De voltaje de interruptores y medidores de presión	Semanal	2
Ajuste y calibración	De válvulas de toda la estación	Anual	12
Medición y lectura	De amplificadores electrónicos del sistema de válvulas	Semanal	4
Medición y lectura	Válvulas del sistema	Semanal	4
Inspección	De estructura base, soportes, tornillos de sujeción	Trimestral	2
Limpieza	En panel de control de estación de válvulas	Trimestral	1
Medición	En panel de control de estación de válvulas	Semanal	2
Prueba	Paro de emergencia de estación de válvulas	Quincenal	0.25
Inspección	De sistema de válvulas	diario	2

3.2.5 Cilindros accionadores

Tabla XXXVI. Programa de mantenimiento preventivo de cilindros

Tarea	Operación	frecuencia	tiempo(hrs.)
Inspeccionar	Guías deslizantes del cilindro	Mensual	2
inspeccionar	Conexiones a tierra	anual	1
inspeccionar	Pernos de fijación y tensión	anual	1
inspeccionar	Interruptores de limites	semanal	1
Prueba y lectura	Corriente en interruptores de limites	semanal	1
inspeccionar	Hermeticidad de cilindro y daño	semanal	1
Inspeccionar	Sistema de candadeo de cilindros	semestral	4
Inspeccionar	Dispositivos de giro y rodamientos donde aplique	anual	2
Revisar	Rodamientos de giro	mensual	1
Lubricar	Rodamientos de giro	mensual	3
Lubricar	Guías de deslizamiento	mensual	3
inspeccionar	Tubería y mangueras de cilindros fugas, daños	mensual	2
Limpiar	Mangueras, tuberías	trimestral	4
Ajustar	Uniones juntas en cilindros	semestral	3

3.3 Estimación y comparación de costos

3.3.1 Costos de mantenimiento preventivo

Cálculo de personal para ejecutar el mantenimiento

El cálculo del personal para la ejecución del programa de mantenimiento preventivo, se realizó partiendo de los días laborales del año y considerando el promedio de horas laborales del día o de la jornada de trabajo.

Días laborales por mes:

Para el cálculo de estos días se obtuvo el total de días que no se laboran en el año y se le resta al total de días del año.

Días de feriado oficial = 11

Días de vacaciones = 15

Días de descanso = 52

Días por enfermedad o permisos = 5

Total de días no laborados = 83

Total de días laborados al año = $365 - 83 = 282$ días

Promedio al mes $282 / 12 = 24$ días

Las horas laborales las tomamos de referencia como las horas laborales en el día, menos la media hora de almuerzo que tienen derecho los trabajadores.

Horas laborales en el día = $8 - 0.5 = 7.5$ hrs. de trabajo productivo en el día

Horas-hombre/mes = $7.5 * 24 = 180$ horas-hombre/mes productivas.

De estos datos podemos decir que la jornada de trabajo de un trabajador es de 180 horas-hombre durante un mes, como promedio anual.

La carga de trabajo en función de la frecuencia, se obtuvo de los cuadros de mantenimiento preventivo realizada para los equipos de sala hidráulica.

Diario -----	5.00 hrs.
Semanal -----	27.75 hrs.
Quincenal -----	10.25 hrs.
Mensual -----	22.50 hrs.
Trimestral -----	30.25 hrs.
Semestral -----	5.00 hrs.
Anual -----	32.00 hrs.

Haciendo una distribución de las distintas actividades de mantenimiento durante un mes, da como resultado que el número de horas laborales en mantenimiento preventivo es de 318 hrs.

El número de horas-hombre/mes = 168 hrs.

$318 / 180 = 1.77$ personas = 2 personas para ejecutar el mantenimiento durante el mes.

Por el tipo de mantenimiento a realizar es necesario que cada persona tenga su ayudante, para lo cual es personal necesario es el siguiente:

1 mecánico

1 ayudante de mecánico

1 electricista

1 ayudante de electricista

Cálculo de gastos del personal

Se refiere, al personal que ejecutara las labores de mantenimiento, resumido en el siguiente cuadro.

Descripción del puesto	Salario Q/mensual	Salario Q/anual
Mecánico	3,800.00	53,200.00
Ayudante de mecánico	2,500.00	35,000.00
Electricista	3,800.00	53,200.00
Ayudante de electricista	2,500.00	35,000.00

Costo total anual 176,400.00

Cálculo de gastos en suministros para el mantenimiento

En el siguiente cuadro se hace un estimado de los materiales que se necesitan para realizar el mantenimiento preventivo propuesto, así como el costo de los mismos.

Descripción del material	Cantidad	Precio unitario/Q	Precio total/Q
Grasa uso múltiple No. 2	50 libras	14.00	700.00
Brochas	24 unidades	10.50	252.00
Limpia contactos	24 unidades	28.00	672.00
Wipe	100 libras	9.00	900.00
Aceite tereso 68	50 lts	20.00	1000.00
Aceite 3 en 1 de 90 ml	24 unidades	15.00	360.00
Pintura	10 galones	75.00	750.00
Afloja todo	24 unidades	32.00	768.00
Grasa molicote	10 cubetas	250.00	2,500.00

Gasto total anual en suministros Q 7,902.00

Efectuando una sumatoria de los gastos de suministros más los gastos del personal para mantenimiento preventivo, se determina que el costo anual será de Q 184,302.00, siendo un promedio mensual de Q 15,358.50.

3.3.2 Comparación de costos entre paros no programados vrs. Mantenimiento preventivo

Tomando en cuenta los datos de los costos por mantenimiento preventivo, observamos que el costo total es relativamente bajo, en comparación con el gran impacto que se puede tener con costos provocados por el paro imprevisto de equipos por causas inesperadas al no tener una programación del mantenimiento adecuada.

Aun cuando se tenga que parar la producción a causa de la falla de un equipo, recordemos que lo podemos realizar en tiempo extra, pero la parte más importante de todo esto es de volver a calentar el acero en el cual estamos suministrando energía y diesel para lograr terminar la producción.

Según cálculos de capítulos anteriores el volver a calentar una colada tiene costos elevados por hora de funcionamiento, por el suministro de energía y diesel que son los mas altos, los cuales restan utilidades a la empresa.

En esta parte se hace mención de la importancia de estos costos porque son los que justifican que se implemente el programa de mantenimiento preventivo para reducir pérdidas significativas, las cuales se convertirán en utilidades para la empresa.

3.4 Bodega de repuestos y materiales

Un material o repuesto es toda parte, pieza o insumo que conforma un activo (máquina, equipo, sistema, infraestructura o instalación).

- Permite la operación y calidad de servicio del activo.
- Equipos de recambio.
- Insumos de operación, mantenimiento y talleres.

Funciones del inventario de repuestos y materiales

- Atender los requerimientos de mantenimiento de los activos.
- Asegurar la disponibilidad de los activos por materiales o piezas de recambio.
- Reducir los costos de oportunidad por emergencias.
- Atender las operaciones que los requieran.

Clasificación de los inventarios de repuestos y materiales

- Ítems tipo A: Un pequeño porcentaje de artículos de inventario (20%) que representan una gran proporción de su valor (70%).
- Ítems tipo B: Artículos de valor medio que representan un 30% en cantidad de inventario y un 20% de su valor.
- Ítems tipo C: Gran porcentaje de artículos de inventario (50%) que representan una proporción muy baja de su valor (10%).
- Enlistar los ítems de inventario por valor monetario total e identificar aquellos que representen el porcentaje más alto.
- Establecer parámetros de valor monetario que definan qué ítems son A, B y C, y aplicar los parámetros a los ítems enlistados.

- También podemos hacer una clasificación ABC respecto al nivel de consumo de los materiales/repuestos-por su nivel de rotación.
- El criterio perceptivo y la experiencia de personal, también son válidos para definir materiales y repuestos críticos para Mantenimiento-Estratégicos.

Costos de inventario

Costos de aprovisionamiento

- Costo del pedido
- Costo de emisión
- Costo de almacenaje

Costo de oportunidad

Esta asociado a la existencia de la demanda no servida.

Tenencia optima de materiales y repuestos

Por qué tener materiales/repuestos disponibles

1. Para evitar las consecuencias de no tenerlos cuando se requieren: tendríamos costo de oportunidad.

Consecuencias al no tenerlos

- Tiempo de parada (producción diferida, personal ocioso).
- Riesgo aumentado de costos por parada.
- Reposición urgente.
- Daños a equipos secundarios.
- Seguridad.

- Impacto ambiental.
- Frustración de Clientes internos y externos, mala imagen pública.

Por qué no tener materiales/repuestos disponibles

1. Costos financieros (capital comprometido: aplicable en otra parte).
2. Costos de almacenamiento: área física, personal, alquileres, equipo para manejo de materiales, etc.
3. Costos de mantenimiento en almacén: identificación, limpieza, rotación, etc.
4. Posibilidad de no utilización:
 - Obsolescencia.
 - Cese de demanda.
 - Cambio de tecnología.
 - Deterioro o desperfectos.
 - Robo.
5. Seguros y/o impuestos.

Sistema de compras y abastecimiento

Tipos de compras de materiales/repuestos:

1. Locales:
 - Ítems de uso general: consumibles.
 - Facilidad de adquisición en comercios de la zona o centros urbanos/industriales cercanos.
 - Generalmente ítems de bajo costo y entrega inmediata.
2. Importaciones:
 - Ítems de uso específico: consumibles o estratégicos.
 - Disponibles únicamente a través de un distribuidor o representante regional, o del propio fabricante.

- Generalmente ítems de alto costo y no disponibles para entrega inmediata, posiblemente bajo pedido.

Relación con proveedores

- Buscamos relaciones a largo plazo/proveedores únicos
 - Sistema de licitación de bienes y servicios.
 - Evaluamos calidad del proveedor: calidad del insumo, precio, exactitud, tiempo de entrega, soporte y servicio post-venta.
 - Importancia de la negociación constante.
 - Alianzas Estratégicas.
- Modelos Just In Time (JIT). Confiables

Estrategias de Compras

- Cotización (es).
- Crédito / Contado.
- Caja chica.
- Orden de Compra abierta.
- Consignación.
- Solicitudes automáticas.
- Condiciones pre-pactadas.

Requerimientos de Almacenaje

Ubicaciones dentro del Almacén:

- Estanterías.
- Tarimas.
- Colgadores.

- Piso.
- Armarios/gavetas.
- Cajas.
- Bolsas.
- Recipientes.

Factores a tomar en cuenta para la ubicación:

- Peso.
- Dimensiones.
- Nivel de rotación /control.
- Movilidad.
- Accesibilidad.

Condiciones que alteran el estado de los materiales/Repuestos:

- Polvo.
- Humedad.
- Radiación UV.
- Temperatura.
- Manipulación.

Requerimientos de Mantenimiento

- Para asegurar su conservación y disponibilidad, es importante considerar un mantenimiento preventivo periódico para los materiales/repuestos en Almacén.
- La frecuencia de estos mantenimientos dependerá de la importancia y requerimiento de cada repuesto.
- Los mantenimientos preventivos pueden ser principalmente:
 - Revisión.

- Limpieza.
- Lubricación.
- Rotación.
- Re-embalaje.

Base de datos

- Kárdex.
- Electrónico simple (Excel, Access).
- Software independiente o integrado.

Requisición de materiales

Se utiliza para el retiro de materiales, repuestos o herramienta de bodega que a su vez sirve para llevar el control de inventario de los egresos y poder solicitar.

Debe de ser autorizado por el Jefe de área o supervisor que son las personas que están a cargo del grupo de trabajadores que utilizaran lo requerido, así mismo deben de exponer para que se utilizara lo retirado, indicando ubicación, área, cantidad. Ver figura 14.

3.4.1 Almacenaje de repuestos recomendados

El listado que se presenta a continuación es el resultado de revisar los manuales del fabricante de cada equipo y la información proporcionada por los técnicos de la planta.

Listado de repuestos recomendados

Tabla XXXVII. Listado de repuestos recomendados

Ítems	Cantidad	Descripción	Cod/numero
TANQUE			
1	2	filtros Schroeder	RT1KZ5
2	2	filtros Schroeder	NF30-1NN3
3	2	switch de presión Asco	PA11B
4	2	Termómetros JMS	3ESBK7
5	2	respiradores embalse Parker	12AT
6	2	respiradores embalse Parker	50AT
7	1	transductor de presión GEMS	serie 2200
8	1	transductor de presión GEMS	serie2600
9	1	manómetro presión 2200 PSI	
Bombas y motores			
10	3	coupling MAGNALOY	M600U
11	1	coupling MAGNALOY	M300
12	1	transductor de presión 4-20ma/3000PSI IMC	2200BGH30
13	1	test point 1/4" VOSS	686208
14	3	válvula manómetro recirculación 3000PSI HSI	PG300
15	2	Carter campana Magnaloy	M182682C
16	1	termo pozo HSI	TO SUIT
17	1	caja terminal SCE	SCE1614CH
18	2	enchufe pin MENCOM	MIN3MR-1
19	2	filtro de retorno Schroeder	BFT1BBZ5

20	1	filtro presión piloto con indicador Elec. Schroeder	NF30-1NN3
21	1	limit switch de succión	BZE6-2RN
22	2	conector cable MENCOM	MIN-3FP
23	2	rodamientos SKF	6313 2ZR
24	2	rodamientos SKF	6309 2ZR
25	1	rodamientos SKF	6308 2ZR C3
26	2	mangueras para las bombas 3000PSI 1 ¼" HSI	772-20 w/FL
27	2	mangueras para manómetros	AKA915X3ft
28	2	flipones 125 amperios	GE
Acumuladores			
29	3	kit sellos acumulador TOBUL	9A30-240
30	2	válvula de aguja de presión	PG3000
31	1	válvula de bola servicio aceite 1/1/2" STAUFF	FBV2224
32	1	válvula de bola servicio nitrógeno 1 1/4" STAUFF	FBV2220
33	1	control de purga de acumuladores HSI	3/16 orifice
34	1	nema 4 caja terminal SCE	SCE606CHN
35	2	bloques terminales COMM	1492 F1
36	1	tanque de nitrógeno 15 galones TOBUL	TBRG30-15
37	1	kit sellos válvula REXROTH NBR	RR312582
38	1	kit sellos válvula PARKER buna	RH552536
39	1	bobina REXROTH solenoide 24 volts.	RR021388

40	1	juego tornillo rack de acumuladores	MIN3FP
Stand de válvulas:			
41	1	elemento interruptor SUM	LKJC-XDN
42	1	transductor 4-20ma/2000PSI 2 cable FOXBORO	1GP10-A20
43	1	transductor 4-20ma/4000PSI 2 cables IMO	2200BHG40
44	1	tarjeta electrónica amplificadora para válvulas proporcionales 4WRZ Rexroth	VT3024-3X
45	1	tarjeta amplificadora para válvulas pilotadas Rexroth	VT5015S3X
46	3	fusibles 75 amperios BUSS	FNA-3
47	1	bloque terminal y barrera Alam Brayley	1492-N17
48	1	elemento lógico32 mm Rexroth	LC32A
49	1	panel nema 4 encl. SCE	SCE614CH
50	1	control remoto local dos posiciones A-B	8000T-H2A
51	1	kit sellos NBR Rexroth	Z2 S22
52	1	bobina solenoide Rexroth	DB20A3
53	1	kit sellos Rexroth	DB20A3
54	1	bobina solenoide Rexroth	4WRZE10
55	1	kit sellos NBR Rexroth	4WRZE10
56	1	kit sellos buna INSERTA	ICFT-A-61
57	1	kit sellos viton y nitrilo PARKER	FM3-20
58	1	kit sellos buna Rexroth	4WMM6D
59	1	kit sello NBR Rexroth	4WE6E
60	1	bobina solenoide Rexroth	4WE6E
61	1	kit sello NBR Rexroth	4WEH10

62	1	bobina solenoide Rexroth	4WEH10
63	1	kit sello NBR Rexroth	M-3SEW6
64	1	bobina solenoide Rexroth	M-3SEW6
		Cilindros actuadores	
65	1	kit de sellos cilindro para tapa del horno	6543T-TZNZ
66	1	kit de sellos cilindro movimiento oscilante	6533N-TZNZ
67	1	kit de sellos cilindro levantamiento	6533L-TZN1
68	1	kit de sellos levantamiento electrodos	6543T-TZN1
69	1	kit de sellos cilindro de compuerta deslizante de vaciado	6543T-TZNV
70	1	kit sellos cilindro brazo porta electrodos	6533N-TZN1
71	12	mangueras para cilindros 1 ¼" 5000PSI	--

Herramienta minima necesaria para el mantenimiento preventivo

Ítems	Descripción
1	alicate multiusos de 8"
2	alicate pico de loro de 8"
3	pinza corta alambre 6"
4	vise-grip 8"
5	llave stilson para tubería 14", 18", 24"
6	llave de cangrejo 10", 18"
7	destornilladores tipo Phillips en varias medidas
8	juego de destornilladores castigadera en varias medidas
9	juego de tarraja y machuelos, rosca fina y ordinaria externa e interna hasta 2"
10	juego de limas planas, triangulares, redondas 6", 8" y 12"
11	martillo de bola de 1lb
12	martillo de cola 1LB

13	martillo de hule
14	juego de destornilladores para tornillo exagonales
15	cepillos de alambre de 3, 4, 5 y 6 hilos
16	picas de bronce con mango de madera
17	brochas diferentes tamaños
18	multímetro análogo y digital
19	andamio armable
20	escaleras de abrir
21	cubetas de aluminio
22	juego de llaves cola y corona milimétricas en medidas de 4 a 30
23	juego de llaves inglesa cola y corona en medidas 1/4" a 2"
24	llaves de copa en medidas 3/8" a 2" y con ratchet, extensión de 3" y 10" y maneral inglesa con raíz de 3/8
25	1 barreno percutor de 1/2"

26	pulidora con disco de 4 1/2"
27	1 compresor de aire
28	arco de sierra
29	remachadora 12"

4. DOCENCIA

4.1 Definición de mantenimiento

Es un conjunto de actividades que deben de realizarse a maquinaria, equipos e instalaciones, con el fin de prevenir o corregir fallas, con el fin de que estos sigan prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Áreas de cobertura en la industria

1. Mantenimiento Industrial
 - Líneas de proceso o producción
 - Servicios Generales
2. Mantenimiento de edificios
3. Mantenimiento de vehículos

4.2 Clases de mantenimiento

4.2.1 Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se realiza al ocurrir una falla en la operación del equipo o maquina con el fin de repararla. Se clasifica en:

No planificado

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

Planificado

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior.

4.2.2 Mantenimiento predictivo

Tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, que determinen el punto exacto de su sustitución.

Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo.

- Inspección VOSO.
- Análisis de lubricantes.
- Análisis por ultrasonido.
- Análisis termográfico.
- Análisis de vibraciones.

Explicaremos la técnica voso puesto que tiene relación con el trabajo de programación del mantenimiento de los equipos de la sala hidráulica por ser práctica y muy económica de aplicar.

Voso

V = Ver

O = Oler

S = sentir

O = Oír

Ver

- El primer de los sentidos es muy importante mantener los ojos abiertos y poder visualizar sobre todo fugas.
- La visión es muy importante sobre todo cuando la apoyamos con ayudas visuales como marcar de nivel normal de aceite, niveles normales de temperaturas y presiones.

El proceso de ver tiene los siguientes pasos.

1. Definir los puntos de visualización.
2. Definir límites, rangos, detalles.
3. Instalar marcas y ayudas visuales.
4. Definir quien, cada cuando, el análisis y las acciones a tomar.

OLER

- El sentido del olfato nos ayuda a detectar fugas de algunos fluidos, motores quemados, desgaste excesivo, roce de fricciones, desgaste de fajas.

SENTIR

- El tacto lo usamos principalmente para inspeccionar.
 1. Vibraciones: Engranajes, ventiladores, cojinetes, chumaceras.
 2. Temperatura: Engranajes, ventiladores, cojinetes, chumaceras.

OIR

- El sentido del oído se puede aplicar para escuchar cambios en los sonidos, ruidos extraños, cambios en el ruido.

Aplicaciones de técnica voso en el mantenimiento industrial.

1. Mecánica
2. Electricidad
3. Soldadura
4. Lubricación

1. Mecánica

Motores eléctricos

- Ruidos extraños y/o vibraciones.
- Guardas.
- Sistemas de transmisión.

Cajas reductoras

- Fugas de aceite.

Equipos específicos

- Bombas.
- Ventiladores.
- Compresores.

2. Electricidad

Motores eléctricos

- Medición amperaje.
- Medición temperatura.

Paneles eléctricos

- Revisión de componentes (luces, contactores, apagadores, relés, etc).
- Medición de temperatura.

3. Soldadura

Tuberías

- Revisar si existen fugas.

- Chequeo de temperatura.
- Revisar accesorios (codos, válvulas, bridas, trampas, mirillas, etc).

Aislamientos

- Revisión de lámina.
- Revisión material aislante (fibra de vidrio, fibra cerámica, armaflex).
- Pintura general.

4. Lubricación

Cajas reductoras

- Revisión niveles de aceite.
- Chequeo de temperatura.
- Fugas de aceite.

Equipos específicos (chumaceras, rodamientos, ejes etc).

4.2.3 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir las reparaciones mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Características

Básicamente consiste en programar revisiones periódicas de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina, en base a la experiencia y los datos históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de

mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, tales como revisión, lubricación, ajustes y limpieza, renovaciones.

Ventajas

Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.

El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación, con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.

Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.

Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

Desventajas

Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.

Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

Actividades en el mantenimiento preventivo

Inspecciones: sirven para comprobar el estado de la maquinaria, equipo o instalación, a través de revisiones de pruebas periódicas, realizando desmontaje parcial o total.

Ajustes: involucra ajustes generales de piezas, como fajas, tornillos, uniones, pernos, candados.

Lubricación: es la aplicación periódica de grasas y aceites, para evitar fallas provocadas por desgaste prematuro de las piezas por la fricción.

Limpieza: en cualquier tipo de industria, la limpieza de maquinaria y equipos es muy importante para la aplicación del mantenimiento preventivo, permite detectar fácilmente las averías y facilita el trabajo del personal de mantenimiento y operación.

4.3 Iniciativas en la administración del mantenimiento

Involucra todas las acciones, controles, formatos e información necesaria para la buena administración de los sistemas del mantenimiento, en las cuales su principal función es la disponibilidad de datos en el momento de necesitarse.

4.3.1 Para qué sirve la información técnica

La necesidad de tener información es primordial para cualquier departamento de mantenimiento, ya que es necesaria para la aplicación de los sistemas de mantenimiento que existen y poder reemplazar las piezas que sean necesarias desmontar para su reparación.

Toda las máquinas y equipos tienen colocadas placas donde se localizan datos que el proveedor cree conveniente informar, para que el consumidor final este enterado y pueda llevar un control de los mismos, (maquinas, equipos).

4.3.2Cuál es la función de crear código de activos o equipos

La codificación sirve para identificar física y contablemente los activos de la empresa.

- Facilita el control sobre los activos y el seguimiento a los trabajos que se hacen en ellos.
- Es importante definir el nivel de detalle de activo que se codificará: equipos y sub-equipos (equipos padres, hijos, nietos, etc.). No confundir con partes o repuestos.

Características de los códigos

- Correlativos comunes o códigos inteligentes.
- Numéricos o Alfanuméricos.

4.3.3 Para qué sirven las fichas técnicas de activos

Necesitamos conocer los datos técnicos más importantes de los activos de la empresa y en estas logramos tenerlas disponibles.

- Marca, modelo y No. de serie partes/repuestos
- Proveedor y contacto Consultas/requerimientos
- Características eléctricas y mecánicas instalación/manto
- Fechas fabricación, compra e instalación garantías/servicios
- Dimensiones ubicación/equivalencia
- Fotografía referencia física.

4.3.4Cuál es la función de las solicitudes de mantenimiento

Cualquier requerimiento específico al departamento de mantenimiento debe hacerse a través de una solicitud de mantenimiento.

Estos documentos también sirven para reportar fallas en activos de la empresa.

Se debe detallar el activo y fechas involucradas, el equipo de trabajo responsable, la prioridad del trabajo y la descripción específica, entre otros.

4.3.5 Para qué sirven las órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo nos ayudan a:

- Definir, planificar, asignar, controlar y monitorear las actividades de mantenimiento que se realizan a un activo.

- Estas actividades pueden solicitarse directamente, originarse de las solicitudes de mantenimiento/reporte de fallas o de los planes de mantenimiento.
- Establecer un historial/registro de los trabajos específicos desarrollados en los diferentes activos o equipos.

4.3.6 Para qué sirve el historial de equipo

Nos sirve para crear un registro histórico del desempeño de los activos y de los trabajos realizados en los mismos para determinar:

- Tiempo de operación y parada.
- Número de fallas.
- Actividades de mantenimiento realizadas.
- Costos de mantenimiento.
- Materiales, repuestos y herramientas utilizados.
- Mano de obra y especializaciones involucradas.
- Surge de las órdenes de trabajo de mantenimiento para cada ubicación de equipos o activos.
- Puede actualizarse a mano o por medios electrónicos.

4.3.7 Por qué elaborar procedimiento de mantenimiento de activos o equipos

Se generan con el objetivo de dar descripción de las actividades o rutinas de mantenimiento que deben realizarse a un equipo.

- Definen entre otras cosas:
- Lo que hay que hacer.

- Cómo se tiene que hacer.
- El tiempo óptimo para realizarlo.
- Cuántas personas se necesitan.
- Qué habilidad o especialidad es necesaria.
- Los materiales y herramientas necesarios.
- Los requerimientos de calidad, seguridad y ambiente.

4.3.8 Para qué elaborar rutinas de mantenimiento

- Para minimizar el riesgo de fallas y la interrupción no planificada del servicio de los activos.
- Su objetivo es incrementar las actividades de mantenimiento preventivo para reducir las emergencias y los tiempos de paro.
- Orientadas a los activos críticos de planta o proceso.
- Es adecuado analizarlas para cada activo involucrado: máquinas, equipos, sistemas, edificios, etc.

4.4 Elaboración programa de mantenimiento

Para elaborar un programa de mantenimiento se deben de tomar y seguir paso a paso los lineamientos que a continuación se describen.

- Objetivos de los programas de mantenimiento.
- Elementos a tomar en cuenta.
- Análisis de los elemento.
- Programación de actividades.
- Ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Seguimiento y evaluación de las actividades.

4.4.1 Objetivos de los programas de mantenimiento

- Eliminar algún desarreglo de la maquinaria.
- Poder anticipar y planificar con precisión sus requerimientos.
 - Reducción de inventarios de refacciones.
 - Eliminación del trabajo en tiempo extra.
- Realizar reparaciones programadas.
- Incrementar la disponibilidad para la producción de la planta.
- Mantener la capacidad operacional del sistema.
- Horas de trabajo predecibles y razonables.

4.4.2 Elementos a tomar en cuenta

- Reconocimiento del proceso de fabricación o área de servicio.
- Recopilación de datos.
 - Diagrama del proceso.
 - Inventario de la maquinaria.
 - Unidades que componen la maquinaria.
 - Historial de la maquinaria.
- Criticidad de equipos.

4.4.3 Análisis de los elementos

- Panorama global de los equipos.
- Equipos importantes.
- Carga de trabajo.
- Ayuda para establecer prioridades.
- Situación actual de la maquinaria.
- Determinar las causas de las desviaciones presentadas en los equipos.

- Determinar el comportamiento de los equipos.
- Verificar si existen métodos de trabajo.
- Si los métodos contemplan actividades para evitar las fallas.
- Determinar las causas que provocan las fallas.
- Hacer un estudio detallado de los equipos.

4.4.4 Programación de actividades

- Priorización de actividades de mantenimiento.
 - Determinar en cuales equipos es factible aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo.
- Ciclos del mantenimiento.
 - Determinar la frecuencia óptima de mantenimiento a los equipos.
- Baja frecuencia.
 - Bajo costo de mantenimiento predictivo y preventivo.
 - Alto costo de mantenimiento correctivo.
 - Pérdidas productivas por baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo.
 - Alto costo por consumo e inventario de repuestos.
- Alta frecuencia.
 - Alto costo de mantenimiento predictivo y preventivo.
 - Bajo costo de mantenimiento correctivo.
 - Pérdidas productivas por baja disponibilidad debido al exceso de paros programados para el mantenimiento de equipo.
 - Alto costo por consumo e inventario de repuestos.
- Frecuencia óptima.
 - Calidad del trabajo.
 - Confiabilidad del equipo.
 - Tiempo promedio de falla actual.

- Utilización de técnicas predictivas.
 - Determinan el estado del equipo.

4.4.5 Ejecución de las actividades de mantenimiento

- Informe semanal del avance de las actividades de mantenimiento realizadas.
 - Equipos revisados.
 - Comentarios de la inspección.

4.4.6 Seguimiento y evaluación de las actividades

- Determinar logro de objetivos trazados.
- Corregir desviaciones.
- Logro de desempeño aceptable.
- Inspecciones durante la operación.
- Paros de mantenimiento.
- Garantizar que la decisión tomada fue la correcta.

4.5 Programación de mantenimiento preventivo para la sala hidráulica del horno de arco eléctrico en Sidegua

Por su frecuencia.

- Diario
- Semanal
- Quincenal
- Trimestral
- Semestral
- Anual

4.5.1 Mantenimiento preventivo en área de tanque

Diario

Lectura de indicadores (temperatura, presión, corriente)

Revisión de seguro de candados de válvulas.

Revisión de fugas en todo los sub-equipos instalados en tanque.

Semanal

Inspeccionar uniones de soldadura en paredes, entradas, salidas de tubería.

Limpiar fluido hidráulico y filtros.

Chequear válvulas de entrada y salida para eliminar posibles fugas.

Medición de corriente en bomba de recirculación, válvulas, e indicadores.

Mensual

Inspeccionar paredes y techo

Revisar estructura base de soporte de tanque, uniones y cinturones.

Revisión y limpieza de medidor de nivel, termómetro y manómetro de retorno.

Limpieza de tanque y sus componentes.

Limpieza de bomba de recirculación e intercambiador de calor.

Trimestral

Revisión de pintura en motores, bomba de recirculación e intercambiador de calor.

Lubricación de válvulas de compuerta y candados entrada y salida del tanque.

Inspección de electroválvulas.

Ajuste y nivelación de estación de tanque.

4.5.2 Mantenimiento preventivo en área de bombas

Diario

Inspección en motores y bombas

Semanal

Medición de corriente en motores y válvulas.

Inspeccionar fugas en bombas, válvulas y otros. (mangueras, tubería, uniones).

Prueba de funcionamiento paro de emergencia de motores.

Lubricación de motores de bombas.

Quincenal

Limpieza de motores, bombas y válvulas.

Inspección de funcionamiento en bombas, motores de ruidos anormales.

Mensual

Revisar y probar arranque de motores manual y automático.

Limpieza de paredes techo y piso.

Lubricación de válvulas de compuerta, bola y candados.

Revisión de acoples de bomba-motor.

Trimestral

Revisión de pintura en bombas, motores y estructura base.

Limpieza y ajuste de panel eléctrico de arrancadores.

Anual

Ajuste y calibración de válvulas solenoides.

4.5.3 Mantenimiento preventivo en área de acumuladores

Diario

Lectura de manómetros

Inspección visual

Semanal

Revisión de fugas de nitrógeno en válvulas, acoples, conectores, manómetros, tubería.

Trimestral

Revisión de pintura, oxidación, grietas, por vibración en estructura base y soportes de acumuladores.

Lubricación de válvulas de bola y compuerta en entrada y salida del sistema.

Revisión y ajuste de cinturones, tornillos y estructura.

Anual

Ajuste y calibración de válvulas reguladoras y emergencia.

4.5.4 Mantenimiento preventivo en área de válvulas

Diario

Inspección de sistema de válvulas.

Lectura de indicadores (manómetros, termómetros y medidores de presión).

Revisar fugas

Semanal

Lectura y medición de interruptores y medidores de presión.

Medición y lectura de amplificadores electrónicos del sistema de válvulas.

Medición y lectura de válvulas.

Medición en panel de control en estación de válvulas.

Quincenal

Inspeccionar fugas en válvulas, tubería, mangueras, uniones.

Prueba de paro de emergencia de estación de válvulas.

Mensual

Limpieza de estación de válvulas.

Lubricación de válvulas de bola y compuerta.

Trimestral

Revisión de pintura de estación de válvulas.

Revisión de soportes, tornillos de sujeción, estructura base.

Limpieza de panel de control de estación de válvulas.

Anual

Ajuste y calibración de válvulas en toda la estación.

4.5.5 Mantenimiento preventivo de cilindros accionadores

Semanal

Inspeccionar interruptores de límites.

Prueba y medición de interruptores de límites.

Inspeccionar hermeticidad de cilindros.

Mensual

Inspeccionar guías deslizantes de los cilindros.

Lubricar guías de deslizamiento.

Revisar rodamientos de giro.

Lubricar rodamientos de giro

Revisar fugas y daños en tubería, mangueras, cilindros y uniones.

Trimestral

Limpiar mangueras, tuberías, cilindros.

Lubricar sistema de candado de cilindros.

Semestral

Inspeccionar sistema de candado de cilindros.

Ajustar uniones, seguros, juntas en cilindros.

CONCLUSIONES

1. En Siderúrgica de Guatemala, no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo para los equipos de la sala hidráulica, por lo que se determinó que es necesario implementar el programa propuesto en este trabajo, para evitar paros no programados que afectan a la producción y aumente el deterioro de los equipos.
2. Para realizar la propuesta del programa de mantenimiento preventivo para los equipos de la sala hidráulica, fue necesario recopilar datos técnicos de los equipos, información que será de gran utilidad para el departamento de mantenimiento en futuras reparaciones.
3. Se capacitó al personal de mantenimiento y operaciones, sobre cuáles serán las tareas a ejecutar a los equipos de la sala hidráulica marcadas en el programa de mantenimiento preventivo.
4. Se diseñaron formatos para el control y registro de las diferentes aplicaciones de mantenimiento preventivo, el cual proporcionará al departamento de mantenimiento información muy valiosa en futuras reparaciones de los equipos.
5. Al implementar el programa de mantenimiento preventivo propuesto se verán disminuidos los costos, debido a paros no programados.

6. Al implementar el programa de mantenimiento preventivo propuesto aumentaran las utilidades a la empresa, por tener un mejor funcionamiento los equipos y no caer en paro no programado.
7. Al determinar los costos de mantenimiento preventivo se demuestra que son menores al de los costos provocados por paro no programados, por lo que su justificación para implementar este trabajo es válido.
8. Se detalla un listado de repuestos recomendados y cantidad para implementar este trabajo, así como llevar el control y almacenaje de los mismos.
9. Se capacitó al personal de mantenimiento y operaciones en los pasos a seguir y la forma de aplicar el programa de mantenimiento preventivo propuesto en este trabajo.

RECOMENDACIONES

Al Jefe de mantenimiento y supervisores

1. Implementar el programa de mantenimiento preventivo en la sala hidráulica, para reducir costos debido a paros imprevistos en los equipos y darle seguimiento para el mejoramiento y estabilidad de la producción y mayor vida útil de los equipos.
2. Dar continuidad y poner en práctica, las rutinas y registros de trabajos de mantenimiento propuestos, para el buen funcionamiento de los equipos y llevar un control de reparaciones, repuestos utilizados, mano de obra, suministros, para poder seguir determinando costos y así evaluar la rentabilidad.
3. Fortalecer el área de mantenimiento con más equipo y herramienta, para el mejor desempeño de las tareas y reparaciones de mantenimiento.
4. Establecer con el personal cada seis meses capacitaciones, para mejorar el desenvolvimiento, rendimiento y motivación.
5. Dar prioridad a las actividades de mantenimiento preventivo de mutuo acuerdo con producción, ya que se maximiza la productividad, se tiene un mejor control de los equipos, aumenta la vida útil de los mismos y los costos debido a paros disminuyen.

6. Mantener en bodega repuestos más críticos y que pueden ser de mayor utilidad, para evitar paros mayores. Así como los repuestos de importación que son vitales para el funcionamiento de los equipos.

7. Hacer recorridos y supervisar las tareas asignadas a los mecánicos, para aumentar y maximizar los recursos disponibles en tiempos más cortos, que darán como resultado rendimiento, productividad y control.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Dounce Villanueva, Enrique, **La administración en el mantenimiento**, 2da. edición México. Editorial Continental, 1997. 880pp.
2. Duffuaa Raouf Dixon, **Sistemas de mantenimiento planeación y control**, 3ra. edición México. Editorial LimusaWiley, 2006. 419pp.
3. Hydraulic Systems, Inc. **Información de encendido de potencia**, Jackson Michigan, 2005. 126pp.
4. Konz Stephan, **Diseño de Instalaciones Industriales**, 1ra. edición, Editorial Limusa, 1991. 750pp.
5. López López, Walter Arcadio. Programa de mantenimiento preventivo para los equipos de lavandería y cocina del hospital Roosevelt. Trabajo de graduación Ing. Mec. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1992. 82pp.
6. Mannesmann Rexroth, Inc. **Manual de operación y mantenimiento de válvulas**, Estados Unidos, 2005. 325pp.
7. Morrow, L. C. **Manual de mantenimiento industrial**, 2da.edición, Editorial CECSA, 1994. 1800pp.
8. Rosales, Roberto C. y Rice, James O. **Manual de mantenimiento industrial**, Editorial Mc Graw Hill, 1994. 1600pp.

9. Schroeder Industries, Inc. **Schroeder Filtration Products**, Estados Unidos, 2005. 20pp.
10. Tobul Accumulator, Inc. **Operación y mantenimiento**, Bamberg, 2005. 70pp.
11. Vai Fuchs, Inc. **Manual de operación y mantenimiento**, México, 2005. 169pp.
12. Vickers Hydraulic, Inc. **Manual de hidráulica industrial**, México, 2005. 265pp.