

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO Y PROPUESTA DE UN PLAN DE SEGURIDAD E  
HIGIENE INDUSTRIAL DENTRO DEL ÁREA DE FÁBRICA DEL  
INGENIO "MADRE TIERRA"**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BYRON ESTUARDO IXPATÁ REYES**

ASESORADO POR INGA. PATRICIA DE LOURDES JUÁREZ JIMÉNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2004

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL 1º.	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL 2º.	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL 3º.	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL 4º.	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL 5º.	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Marcia Ivonne Velíz Vargas
EXAMINADOR	Inga. Patricia de Lourdes Juárez Jiménez
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y  
PROPUESTA DE UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL  
DENTRO DEL ÁREA DE FÁBRICA DEL INGENIO "MADRE TIERRA"**

**BYRON ESTUARDO IXPATÁ REYES**

**Asesorado por Inga. Patricia de Lourdes Juárez Jiménez**

**GUATEMALA, MAYO DE 2004**

## **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:

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y PROPUESTA DE UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL DENTRO DEL ÁREA DE FÁBRICA DEL INGENIO "MADRE TIERRA"**

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2003.

Byron Estuardo Ixpatá Reyes

## **ACTO QUE DEDICO**

- A DIOS:** Fuente inagotable de sabiduría, con todo respeto y gratitud. El principio de la sabiduría es el temor a Jehová.
- A MIS PADRES:** Cruz Ixpatá De Paz, con mucho cariño. Carmen Reyes Pérez de Ixpatá; nunca dejaré de agradecer su incondicional apoyo y amor mostrado durante toda la vida, con todo mi amor.
- A MIS HERMANOS:** Dorca Priscila y Edwin Josué Ixpatá Reyes, gracias por su comprensión, ayuda y cariño.
- A MIS SOBRINOS:** Eimy Isamar, Dennis Joel y Andreíta Priscila Mateu; que sea un ejemplo digno de imitar. Con todo mi cariño
- A MIS ABUELITOS:** Feliciano Ixpatá González  
Tomasa De Paz Valey  
Marcelo Reyes Morales (+)  
Dorotea Pérez Vda. De Reyes  
Con todo respeto y gracias por sus sabios consejos.

A MI FAMILIA EN GENERAL: Por el cariño recibido en todo momento.

A LA GLORIOSA: Facultad de Ingeniería, USAC  
por abrir sus puertas para mi superación  
académica.

A LA ESCUELA: De Ingeniería Mecánica Industrial, mención  
especial a: Inga. Marcia Velíz, Ing. Francisco  
Gómez, Ing. Carlos Pérez Rodríguez, Ing.  
Byron Chocooj e Inga. Roxana Castillo.

EN MEMORIA DE: Guillermo Lutín Escobar, porque los muertos  
en Cristo resucitarán primero.., flores sobre su  
tumba.

A LOS VERDADEROS AMIGOS

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ingenio Madre Tierra, por abrir sus puertas para realizar el presente trabajo de graduación, especialmente al Ing. Hugo Mosquera Tenorio.

Al Ingeniero Álvaro Argueta Mancilla, por sus consejos, asesoría y apoyo para lograr este éxito.

A los señores supervisores, personal operativo y administrativo del Ingenio por contribuir a la realización de este trabajo de graduación. A todos mi sincera gratitud.

A la asesora del presente E.P.S Ingeniera Patricia Juárez Jiménez por la ayuda prestada a este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XV</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL INGENIO MADRE TIERRA</b>	
1.1 Historia de la industria azucarera en Guatemala.....	1
1.2 Descripción del ingenio.....	3
1.3 Estructura organizacional del ingenio.....	5
1.4 Períodos de operación del ingenio.....	7
1.5 Descripción de la actividad productiva.....	9
1.5.1 Producción de azúcar y mieles.....	9
1.5.2 Cogeneración de energía eléctrica.....	18
1.6 Descripción de las áreas del proceso.....	18
1.6.1 Área de maquinaria y/o equipos.....	18
1.6.1.1 Patio de caña.....	19
1.6.1.2 Molinos.....	20
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	
2.1 Conceptos generales de mantenimiento.....	23
2.1.1 Definición de mantenimiento.....	23



2.1.1.1	Mantenimiento preventivo.....	23
2.1.1.2	Mantenimiento correctivo.....	25
2.1.1.3	Mantenimiento predictivo.....	26
2.2	Tipos de organizaciones.....	26
2.3	Evaluación de puestos.....	29
2.4	Programa de mantenimiento.....	29
2.5	Administración del mantenimiento.....	30
2.6	Lubricantes.....	30
2.6.1	Propiedades de los lubricantes.....	31
2.6.2	Tipos de lubricación.....	34
2.7	Inventarios.....	35
2.7.1	Tipos de inventarios.....	36
2.8	Seguridad e higiene industrial.....	37
2.8.1	Generalidades.....	37
2.8.1.1	Conceptos de seguridad e higiene industrial.....	38
2.8.1.2	Aspectos legales.....	39
2.8.1.3	Conceptos de leyes de seguridad e higiene industrial.....	39
2.8.1.4	Normas que regulan la seguridad industrial en Guatemala.....	43

### **3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

3.1	Análisis del personal administrativo del departamento de mantenimiento.....	45
3.2	Definición y atribuciones de los perfiles.....	46
3.3	Análisis del perfil del personal administrativo.....	46
3.4	Análisis y evaluación de puestos y cargos.....	47
3.4.1	Superintendente.....	48

3.4.2	Jefe de personal.....	48
3.4.3	Jefe de mantenimiento.....	49
3.4.4	Supervisores.....	49
3.4.5	Personal operativo.....	49
3.5	Mantenimiento.....	50
3.5.1	mantenimiento actual.....	50
3.5.1.1	Picadoras.....	50
3.5.1.2	Molinos.....	52
3.5.1.3	Turbinas.....	54
3.5.1.4	Bombas.....	55
3.5.1.5	Reductores de velocidad.....	56
3.5.1.6	Conductor de caña.....	58
3.5.1.7	Motores eléctrico.....	59
3.6	Lubricación.....	60
3.6.1	Tipos de lubricación.....	61
3.6.2	Lubricantes usados dentro del ingenio.....	61
3.7	Formas de aplicación de los lubricantes en el ingenio.....	62
3.8	Bodega de materiales.....	63
3.8.1	Manejo.....	65
3.8.2	Almacenaje.....	66
3.8.3	Requisición de materiales.....	66
3.9	Seguridad Industrial.....	67
3.9.1	Identificación de los riesgos dentro de las áreas de estudio.....	67
3.9.1.1	Riesgos físicos.....	68
3.9.1.2	Riesgos químicos.....	68
3.9.1.3	Riesgos eléctricos.....	68
3.9.1.4	Actos inseguros.....	69
3.9.1.5	Accidentes.....	70

3.9.1.6	Enfermedades.....	71
3.9.1.7	Señalización en áreas de trabajo.....	72
3.9.1.8	Señalización en pasillos.....	72
3.9.2	Higiene.....	73
3.9.2.1	Orden.....	73
3.9.2.2	Limpieza.....	75

#### **4. PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

4.1	Organización del departamento de mantenimiento.....	77
4.2	Descriptorios de puestos y funciones.....	77
4.3	Estandarización de las actividades de mantenimiento.....	90
4.4	Programa de mantenimiento.....	90
4.4.1	Clasificación de las tareas a realizar para el mantenimiento.....	91
4.4.2	Clasificación de las frecuencias de ejecución de tareas.....	92
4.4.3	Lista de tareas del mantenimiento.....	93
4.5	Tipos de Lubricación.....	97
4.5.1	Cálculo de la aplicación del lubricante al equipo.....	97
4.6	Administración del mantenimiento.....	98
4.6.1	Órdenes de trabajo.....	98
4.6.2	Solicitudes de trabajo.....	99
4.7	Control del mantenimiento.....	102
4.7.1	Formatos o archivos de registro de mantenimiento.....	102
4.7.1.1	Ficha técnica.....	102
4.7.1.2	Control de órdenes de trabajo.....	105
4.7.1.3	Historial de órdenes de trabajo.....	106

4.7.1.4	Control de paro.....	108
4.7.1.5	Control de eficiencias del mantenimiento....	109
4.8	Modelo de inventarios.....	110
4.8.1	Clasificación de los artículos de inventarios.....	111
4.8.2	Modelos determinísticos.....	112
4.8.3	Propuesta del modelo determinístico para la requisición de materiales.....	113
4.9	Costo de implementación del programa de mantenimiento.....	118

## **5 SISTEMA COMPUTARIZADO PARA EL CONTROL DE MANTENIMIENTO**

5.1	Diagrama del mantenimiento.....	121
5.2	Sistema de control de mantenimiento.....	122
5.3	Funcionalidad del sistema de mantenimiento.....	124
5.3.1	Descripción general del sistema.....	125
5.3.2	Problemas.....	127
5.3.3	Archivos.....	128
5.3.4	Instrucciones.....	129
5.4	Relación con otros módulos.....	129
5.4.1	Flujograma de documentos.....	130
5.5	Estructura del sistema de mantenimiento.....	132
5.6	Tablas del sistema de mantenimiento.....	135
5.7	Formas del sistema de mantenimiento.....	141
5.8	Reportes del sistema de mantenimiento.....	149

## **6 PROPUESTA DEL PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

6.1	Programa de seguridad e higiene industrial propuesto.....	151
6.1.1	Administración y dirección.....	153
6.1.2	Capacitación al personal operativo.....	154
6.2	Reglas organizacionales.....	155
6.2.1	Rutas de evacuación.....	155
6.2.2	Señalización.....	156
6.3	Normas generales.....	160
6.3.1	Cuidado de los equipos.....	161
6.3.2	Orden y limpieza.....	161
6.3.3	Líquidos inflamables.....	162
6.3.4	Almacenamiento de materiales.....	162
6.4	Equipos de protección personal.....	167
6.4.1	Normas de uso del equipo de protección.....	167
6.5	Normas de seguridad contra incendio.....	171
6.5.1	Asignación de extintores en áreas de trabajo.....	176
6.6	Control del plan de seguridad e higiene industrial.....	177
6.6.1	Registros.....	178
6.6.2	Informes.....	178
6.7	Costos de la implementación del plan de seguridad e higiene Industrial.....	181
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>183</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>185</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>187</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>189</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Organigrama del ingenio Madre Tierra	7
2	Proceso de elaboración del azúcar	14
3	Diagrama de operaciones del proceso de azúcar	15
4	Diagrama de recorrido del proceso de azúcar	17
5	Patio de caña	19
6	Molinos	21
7	Flujograma de patio de caña y molinos	21
8	Picadora de caña	51
9	Molinos	54
10	Turbina	55
11	Bomba	56
12	Reductor de alta	57
13	Reductor Donelly	57
14	Conductor de caña	59
15	Motor eléctrico	60
16	Motor eléctrico sellado	60
17	Diagrama causa y efecto bodega de materiales	65
18	Diagrama 5's	74
19	Organigrama departamento de mantenimiento	78
20	Formato de orden de trabajo	100
21	Formato de solicitud de trabajo	101
22	Formato de ficha técnica	104
23	Formato de control de órdenes de trabajo	106
24	Formato de historial de órdenes de trabajo	107

25	Formato control de tiempo de paro	108
26	Formato de control de eficiencias	110
27	Gráfica diente de sierra	115
28	Diagrama de mantenimiento	122
29	Sistema de mantenimiento MIEL	133
30	Hoja maestra aire acondicionado	141
31	Hoja maestra de arrancador	141
32	Hoja maestra bomba hidráulica	142
33	Hoja maestra de bomba	142
34	Hoja maestra conductor de caña	143
35	Hoja maestra controlador de procesos	143
36	Hoja maestra enfriador	144
37	Hoja maestra gobernador de turbina	144
38	Hoja maestra mesa de caña	145
39	Hoja maestra molino	145
40	Hoja maestra motor eléctrico	146
41	Hoja maestra motor hidráulico	146
42	Hoja maestra reductor	147
43	Hoja maestra transformador	147
44	Hoja maestra transmisor	148
45	Hoja maestra turbina	148
46	Hoja maestra válvula	149
47	Flujograma de actividades al presentarse un incendio	174
48	Flujograma de actividades al presentarse una catástrofe	175
49	Formato de inspección de extintores	177
50	Formato registro de accidentes	179
51	Formato condiciones de seguridad	180
52	Costos de implementación del plan de seguridad	181

## TABLAS

I.	Ventajas del mantenimiento	24
II.	Descripción de normas de seguridad industrial	43
III.	Descripción actual de mantenimiento a pre picadoras	51
IV.	Descripción actual de mantenimiento a picadora	51
V.	Descripción actual de mantenimiento a molinos	53
VI.	Descripción actual de mantenimiento a turbinas	54
VII.	Descripción actual de mantenimiento a bombas	55
VIII.	Descripción actual de mantenimiento a reductores	57
IX.	Descripción actual de mantenimiento conductores de caña	58
X.	Descripción actual de mantenimiento a Donellys	58
XI.	Descripción actual de mantenimiento a motores eléctricos	59
XII.	Lubricantes usados en el ingenio	61
XIII.	Tipos de aplicación de los lubricantes	62
XIV.	Actos y condiciones inseguras en el área de trabajo	69
XV.	Descriptor de puestos y funciones	79
XVI.	Listado de tareas de mantenimiento	93
XVII.	Listado de artículos tipo A	111
XVIII.	Costo del plan de mantenimiento	119
XIX.	Ejemplo de estructura del sistema MIEL	133
XX.	Campo de un archivo	135
XXI.	Campo de un área	135
XXII.	Campo del equipo	136
XXIII.	Campo de grupos	136
XXIV.	Campo de historial y localidades	136
XXV.	Campo de una instrucción	136
XXVI.	Campo de listado de partes	137
XXVII.	Campo de una localidad	137



XXVIII.	Campo de los parámetros	137
XXIX.	Campo de parámetros por equipo	138
XXX.	Campo de un problema	138
XXXI.	Campo de una actividad	138
XXXII.	Campo de una hoja maestra	139
XXXIII.	Campo de una actividad por área	139
XXXIV.	Campo del costo por equipo	139
XXXV.	Campo de historial del equipo	140
XXXVI.	Campo de una hoja maestra	140
XXXVII.	Reporte del sistema de mantenimiento	149
XXXVIII.	Tabla de señalización propuesta	156
XXXIX.	Reglamento de seguridad industrial	159
XL.	Equipo utilizado en el manejo de materiales	164
XLI.	Asignación de extintores	176

## **GLOSARIO**

<b>Azúcar</b>	Sacárido, polisacárido, hidrato de carbono, sacarosa, glucosa, etc.
<b>Azúcar blanco</b>	Es al que, en una parte del proceso, se ha adicionado azufre o algún otro químico blanqueador y, al final del proceso de centrifugado tiene que pasar por enfriadores y secadores para reducir la humedad y evitar la formación de terrones.
<b>Azúcar crudo</b>	Es el que se obtiene cuando esta no ha sufrido la adición de blanqueador en alguna parte del proceso.
<b>Bagazo</b>	Residuo que sale de cada molino, y del último es el que se utiliza como combustible en la caldera.
<b>Cachaza</b>	Sedimento extraído generalmente por bombas o por gravedad, de las bandejas de los clarificadores, para ser procesados en los filtros.
<b>Caña</b>	Planta gramínea, cuyo tallo está lleno de un tejido esponjoso del que se extrae el azúcar.

<b>Conductor</b>	Transportador de caña a los molinos por medio de tablillas y cadenas.
<b>Chumacera</b>	Pieza de metal, con un hueco donde descansa y guía cualquier eje de maquinaria.
<b>Higiene Industrial</b>	Método que tiene por objeto conservar y mejorar la salud física de los trabajadores en relación inmediata con el trabajo desempeñado.
<b>HTM</b>	Sub producto del proceso de fabricación del azúcar, es un jarabe utilizado para elaborar alcoholes.
<b>Ingenio</b>	Fábrica industrial, en donde se procesa la materia prima, caña cortada del campo para transformarla en azúcar.
<b>Mantenimiento</b>	Actividad humana que conserva la calidad de servicio, que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas.

<b>Mantenimiento preventivo</b>	Es un método sistemático de reparación y/o sustitución de averías, mediante una planeación previa de actividades, con el fin de evitar en lo posible, la mayor cantidad de daños imprevistos, así como disminuir los períodos muertos de producción.
<b>Molienda</b>	Tiempo que dura la acción de moler caña.
<b>Patio de caña</b>	Lugar donde se recibe la caña procedente del campo en un ingenio azucarero.
<b>Reductor</b>	Se aplica a un mecanismo que disminuye la velocidad de rotación de un árbol.
<b>Ruta de evacuación</b>	Acceso seguro y rápido, por medio de pasillos, al lugar más seguro y recomendado para resguardarse frente a una emergencia.
<b>Seguridad Industrial</b>	Conjunto de conocimientos científicos de aplicación tecnológica, con el objeto de evitar accidentes en el área de trabajo.
<b>Sistema MIEL</b>	Soporte informático utilizado para el mantenimiento
<b>Sprocket</b>	Rueda dentada de diferentes metales.

**Zafra**

Se le llama así al período de producción de producción de azúcar de los ingenios, que por lo general, es de noviembre a abril de cada año.

## **RESUMEN**

El Ingenio Madre Tierra está ubicado en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, del departamento de Escuintla su principal función es la producción de azúcar, mieles y generación de energía eléctrica. El Ingenio está compuesto por varias instalaciones: taller automotriz, gasolinera, cogeneración, bodegas, oficina de campo, recursos humanos y sobre todo, la fábrica que se compone por áreas o departamentos como fabricación, calderas, patio de caña y molinos, siendo estos dos últimos las áreas donde se efectuó el presente Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

El período de producción conocido como zafra se efectúa a partir del mes de noviembre hasta abril de cada año, en el cual la estación es seca y la caña está lista y en su punto de corte. El período de mantenimiento o ínterzafra se efectúa entre el mes de mayo a octubre cuando la estación es lluviosa y la caña esta en el proceso de crecimiento.

El presente informe de E.P.S. se inicia dando una reseña histórica de la industria azucarera en nuestro país, luego se analiza la situación actual del proceso del mantenimiento en las áreas de patio de caña y molinos, análisis documentada, el cual consiste en describir la estructura de la organización del departamento de mantenimiento del ingenio, describiendo la manera en que se ha llevado a cabo el mantenimiento a los equipos en las áreas de estudio.

Un programa de mantenimiento es necesario, ante la constante búsqueda de aumentar la disponibilidad de los equipos y maquinaria, minimizando el tiempo perdido, reduciendo los costos de reparación de la misma. El programa de mantenimiento incluye la planificación de trabajos, su programación y calendarización, realizado de tal forma que el mantenimiento sea eficaz y eficiente en las áreas de estudio. Para poder llevar a cabo el programa de mantenimiento, existe un elemento fundamental que es el de la organización, debido a esto, se ha diseñado un organigrama y un descriptor de puestos y funciones, en el cual se presentan las obligaciones, la autoridad, la responsabilidad y los requisitos que deben presentar cada uno de los puestos.

Se clasifican, la frecuencia y las tareas de mantenimiento con el fin de tener especificado el tiempo de ejecución de dichos factores, para poder llevar un control de las fallas en los equipos, se diseñaron formatos con el fin de tener ingresado en un archivo de computo la información más relevante de cada uno de los equipos, la cual servirá para determinar en posteriores fechas que es lo que puede suceder referente a fallas, y poderlas corregir antes que se presenten. Proceso que tendrá como resultado un servicio continuo, eficaz y satisfactorio.

También se hace un estudio referente a seguridad e higiene industrial dentro de las áreas de patio de caña y molinos, se ha diseñado una nueva señalización, sencilla y adecuada para una fácil interpretación y conceptualización. Se proponen rutas de evacuación, las cuales presentan las medidas de seguridad y protección necesarias, dada una emergencia o catástrofe. Por último se detallan los costos en que se incurre por la implementación de las propuestas del programa de mantenimiento y de seguridad industrial.

## OBJETIVOS

- **General**

Diseñar e implementar un sistema de mantenimiento preventivo y un plan de seguridad e higiene industrial en el área de fábrica del Ingenio Madre Tierra y así, obtener un servicio eficiente y seguro de los equipos que intervienen en el proceso de fabricación del azúcar.

- **Específicos**

- 1 Identificar las necesidades de un mantenimiento dentro del área de fabricación.
- 2 Identificar y clasificar los equipos con que cuenta el área de fabricación del Ingenio Madre Tierra.
- 3 Diseñar un formato para poder recopilar la información necesaria para el programa de mantenimiento.
- 4 Desarrollar un programa de mantenimiento con el propósito de dar mayor vida útil a los equipos que intervienen en el proceso de fabricación del azúcar.
5. Determinar un listado de repuestos y materiales para cada equipo; clasificándolos de acuerdo a: consumo, desgaste, reposición y obsoletos.
6. Diseñar un manual sobre seguridad e higiene industrial para el ingenio Madre Tierra.



## INTRODUCCIÓN

Se presenta a continuación el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, el cual se llevó a cabo en el Ingenio Madre Tierra, con el objetivo de implementar un sistema de mantenimiento preventivo en las áreas de patio de caña y molinos.

El trabajo incluye seis capítulos, los cuales se desarrollan de la siguiente manera: en el capítulo uno, se realiza una reseña histórica de la industria del azúcar en Guatemala y una descripción del ingenio, que incluye aspectos como: períodos de producción, productos y subproductos del proceso, cogeneración de energía eléctrica y las áreas de estudio (patio de caña y molinos).

En el dos se hace referencia a los conceptos importantes que involucran la implementación del programa de mantenimiento y seguridad e higiene industrial. En el siguiente se describe la situación actual, del personal administrativo y operativo de las áreas en estudio. Se logró determinar, que actualmente se trabaja bajo el concepto de mantenimiento correctivo y que se presentan riesgos en lo referente a seguridad industrial.

En el antepenúltimo, se presenta la propuesta del programa de mantenimiento, el cual conlleva la planificación, programación y control del mismo. A lo largo del capítulo cinco se detalla el sistema computarizado para el control de mantenimiento.

También se propone un plan de seguridad e higiene industrial recomendado a la empresa. Las normas y reglamentación que debe contener, también se incluyen los lineamientos a seguir en caso de que se presente un incendio o catástrofe.

# **1. GENERALIDADES DEL INGENIO MADRE TIERRA**

## **1.1 Historia de la agroindustria azucarera en Guatemala**

La caña de azúcar es una gramínea originaria de la India cuya distribución a los países del continente asiático se pierde en la historia de la época antigua.

En China apareció 800 años A.C. y se le utilizaba en el pago de tributos y contribuciones. Alejandro el Grande llevó la caña de azúcar a Europa 300 años A.C. durante la invasión de los árabes, la caña se propagó a Egipto y hasta la costa del oeste del continente africano, pero su cultivo en España no se estableció hasta los años 703 de la era actual.

Cristóbal Colón, en su segundo viaje en 1493, introdujo esta planta al Continente Americano. En la isla de La Española, ahora República Dominicana donde se fabricó por primera vez azúcar en 1509. De este lugar se extendió su cultivo e industrialización a Cuba, Jamaica y otras ciudades de las Antillas.

La caña de azúcar fue llevada a México por Hernán Cortés en 1522 y se plantó en San Andrés Tuxtla, Veracruz y luego en Cuernavaca, donde alcanzó un gran desarrollo debido a su cercanía a la capital de la Nueva España y al Puerto de Acapulco en donde se cargaban las Naos Chinas que realizaban el comercio con el Gobierno Virreinal.

A Pedro de Alvarado se le atribuye la introducción de la caña de azúcar a Guatemala, estableciéndose los primeros trapiches cerca de San Jerónimo Verapaz, luego se extendió hacia el sur desde Antigua hasta Escuintla y Santa Rosa, donde todavía existen ruinas de las construcciones que predominaron durante la dominación española.

El cultivo de la caña en Guatemala se remonta desde la época colonial cuando sólo se conocía la “panela” que desde aquel entonces se producía para fines de consumo nacional. A mediados del siglo XIX se comenzó a fabricar azúcar crudo o moscabado y después en 1900, el azúcar amarilla de grano grande, cuando varios ingenios instalaron las centrífugas.

De acuerdo con datos estadísticos registrados en 1920, la producción de azúcar ascendía a 1,500,000 cargas de panela, 300,000 quintales de azúcar blanca y por las informaciones del señor John Bellamy, Gerente de la Asociación de Azucareros de Guatemala, durante el período de 1915 a 1922, los ingenios exportaban panela y azúcar amarilla a Europa y Estados Unidos cuando el precio en el mercado internacional ascendió a US\$ 0.22 la libra.

El desarrollo de la agroindustria azucarera en Guatemala se incrementó a partir de 1932 cuando se estableció el Consorcio Azucarero, entonces la producción era de 500,000 quintales y se elaboraba en doce ingenios siendo éstos: Pantaleón, Concepción, El Baúl, Palo Gordo, Tumulá, El Salto, Mirandilla, Santa Teresa, Santa Cecilia, San Diego, Los Cerritos y Mauricio; desde esa época los aumentos en las demandas en los mercados nacionales y extranjeros se han distribuido de acuerdo con las capacidades individuales de los ingenios asociados.

A la fecha, la industria azucarera en Guatemala es una de las fuentes de producción agrícola-industrial más importante de la economía nacional y en forma paralela con el café, algodón, banano y carne (ganado) juegan un papel preponderadamente en el comercio exterior del país.

## **1.2 Descripción del ingenio**

Madre Tierra, es un Ingenio que funciona desde el año 1963, específicamente el 23 de noviembre, es una empresa dedicada al cultivo y procesamiento de la caña de azúcar y sus derivados, a través de la integración de tecnología, sistemas de informática, programas de mejoramiento continuo y un equipo multidisciplinario de recursos humanos.

El ingenio Madre Tierra fue traído de Jamaica, bajo la responsabilidad del ingeniero puertorriqueño Jesús Hernández Vallejo quien tuvo a su cargo el montaje total del mismo, dicho ingenio esta situado en el kilómetro 94 ½ en jurisdicción del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, del departamento de Escuintla.

A partir del año 1993 se ejecutaron varios proyectos nuevos que incluyen la construcción de las siguientes instalaciones:

- a) Gasolinera
- b) Talleres
- c) Cogeneración (caldera número 5, 6 y 7; turbo generador y subestación eléctrica).

Actualmente, laboran aproximadamente 500 personas dentro del área de fábrica del Ingenio y cerca de 2,000 personas en el área de campo y cosecha. Entre los productos finales se tiene: azúcar crudo (sin proceso de blanqueo); azúcar blanca; y las melazas para fabricación de alcohol, conocida también como HTM que es netamente de exportación. Desde el año 1996 cogenera 20,000 KW de energía eléctrica producida con bagazo de caña durante los meses de zafra y con *fuel-oil (búnker)* en el período de reparación. Parte de esta energía es utilizada para consumo interno en el ingenio y el excedente es vendido a la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), entidad estatal que tiene a su cargo la generación y distribución de energía eléctrica para el país.

El Ingenio Madre Tierra produce cerca de 3 millones 500 mil quintales de azúcar en un período de zafra que comprende los meses de noviembre a abril, con una molienda diaria aproximada de 9,200 toneladas de caña. A partir del año 1998, Madre Tierra logra colocarse en el primer lugar de la Agro Industria Azucarera de Guatemala en rendimientos de azúcar por tonelada de caña (235 Lb/ton) y con el esfuerzo incansable de su equipo de colaboradores, continua implementando mejores técnicas de aprovechamiento de los recursos, tecnología moderna y programas de desarrollo humano que le permita continuar a la vanguardia en el ámbito nacional.

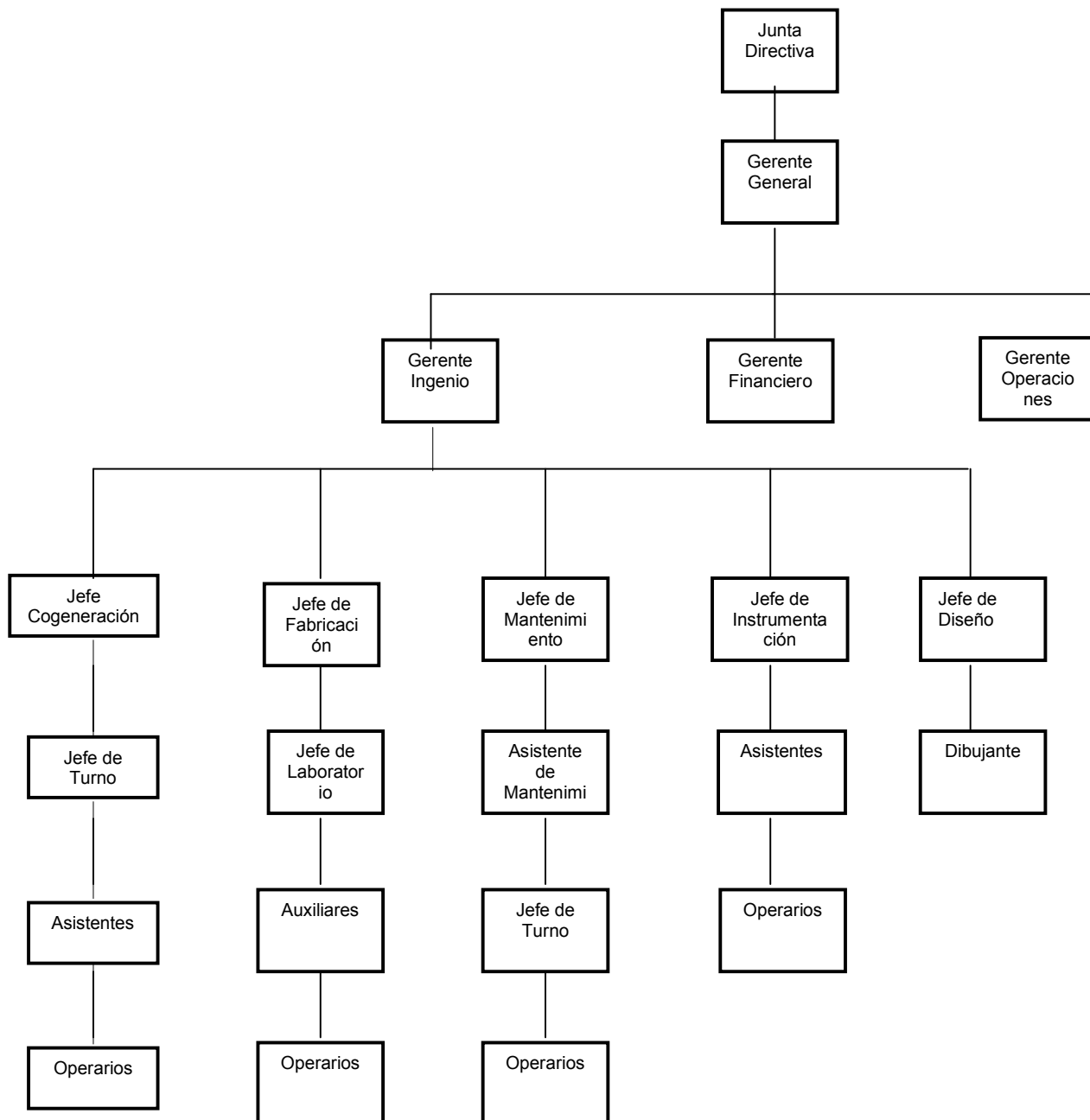
### **1.3 Estructura organizacional del ingenio**

El departamento de mantenimiento del Ingenio está estructurado como una organizacional lineal, que se caracteriza porque las decisiones se concentran en una sola persona, que en este caso, es el gerente general del Ingenio, teniendo la responsabilidad básica del mando de la empresa, él mismo asigna y distribuye el trabajo al personal técnico y administrativo, y los profesionales en mandos medios le reportan las actividades y situaciones de toda índole. Dentro de las ventajas que se tienen al utilizar una organización de este tipo se tienen:

1. Hay mayor facilidad de toma de decisiones.
2. No hay conflictos de autoridad ni fuga de responsabilidades.
3. La estructura organizacional es clara y sencilla.
4. La disciplina es fácil de mantener.

En la figura 1 se indica el organigrama actual del ingenio y del departamento de mantenimiento.

**Figura 1. Organigrama del Ingenio Madre Tierra**





#### 1.4 Períodos de operación del Ingenio

El Ingenio Madre Tierra de acuerdo al clima local, el cual se puede clasificar en dos estaciones bien definidas:

<b>ESTACIÓN</b>	<b>MESES DEL AÑO</b>
VERANO	NOVIEMBRE - ABRIL
INVIERNO	MAYO - OCTUBRE

A diferencia de la remolacha azucarera, la caña de azúcar no se puede almacenar por largo tiempo para su procesamiento sin incurrir en una excesiva inversión y deterioro; así, la zafra y el procesamiento son simultáneos. El personal está distribuido en las labores de operación, obras nuevas y mantenimiento. El período de labores de operación ocurre en la estación seca, trabajando los siete días de la semana las veinticuatro horas del día, por medio de turnos de ocho horas, distribuidos así:

- TURNO A: 06:00 A 14:00 HORAS
- TURNO B: 14:00 A 22:00 HORAS
- TURNO C: 22:00 A 06:00 HORAS

El período de mantenimiento principia con el fin de zafra y constituye la preparación para la zafra siguiente, efectuando todos los trabajos de mantenimiento tanto preventivo, como montajes importantes y obras nuevas que se requieren para el siguiente período de operación.

La mayor parte de estas operaciones incluyen diseño y montaje, y se pueden realizar con el personal y los recursos del ingenio o por medio de compañías contratadas dedicadas al ramo, comúnmente llamados contratistas.

Existen varios factores que pueden determinar la duración de la zafra y con ello el comienzo del período de mantenimiento (ínter zafra), dentro de ellos podemos mencionar los siguientes:

- a) La entrada temprana del invierno es un factor que puede llevar al Ingenio a acortar la temporada de zafra, porque con exceso de lluvia en las plantaciones de caña se hace imposible que los camiones y/o tractores puedan salir de los mismos con la caña, por lo que, el ingenio detendría la zafra por falta de caña.
- b) La capacidad del Ingenio es un factor importante en una zafra, ya que el estimado de caña en el campo, se hace en función del potencial de molienda y producción del Ingenio. Si el Ingenio tiene alta razón de molienda (toneladas de caña molida/hora) y altas capacidades de producción, se hace un estimado de la cantidad de caña necesaria para moler en la época de verano. Pero, si por alguna circunstancia el ingenio aumenta su razón de molida, la zafra puede terminar antes del tiempo que se estima de acuerdo a la cantidad de caña con que se cuenta, de igual manera si la razón de molida disminuye por cualquier circunstancia la zafra puede alargarse.

## **1.5 Descripción de la actividad productiva**

Como se describió anteriormente, la función principal de un ingenio azucarero es producir azúcar; y para ello se cuenta con diferentes áreas que se enumeran a continuación en orden del proceso:

- a) Patio de caña
- b) Molinos
- c) Fábrica
- d) Calderas (cogeneración)
- e) Taller industrial

El objetivo de este inciso es dar a conocer el proceso del azúcar el cual se realiza directamente en las áreas a), b) y c) que a continuación se describen.

### **1.5.1 Producción de azúcar y mieles**

La extracción del jugo moliendo la caña entre pesados rodillos llamados mazas, constituye la primera etapa del procesamiento del azúcar. Primero, la caña se prepara para la molienda mediante cuchillas giratorias que cortan los tallos en pedazos pequeños, mediante molinos de martillos que desmenuzan la caña pero no extraen el jugo, o bien en forma más general, por una combinación de dos o tres de dichos métodos. El molino o trapiche consta de unidades múltiples que utilizan combinaciones de tres o cuatro rodillos, a través de los cuales pasa sucesivamente la caña exprimida o bagazo. Para ayudar a la extracción del jugo, se aplican aspersiones de agua o guarapo diluido sobre la capa de bagazo según sale de cada unidad de molienda; lo anterior contribuye a extraer por lixiviación el azúcar.

El proceso conocido como imbibición, puede presentar muchas modificaciones. En la práctica de molienda, más eficientes, el 95% del azúcar contenido en la caña pasa al guarapo; este porcentaje se conoce como extracción de sacarosa o, sencillamente, la extracción.

El bagazo final que sale del último molino contiene el azúcar no extraído, fibra leñosa y de un 45% a un 55% de agua. Este material pasa por lo general a las calderas de vapor como combustible, ya que debido a su poder calorífico (aproximadamente 9280 BTU/lb) es utilizado para la generación de vapor para fines energéticos de uso mecánico, para la generación de energía eléctrica así como también ser la principal fuente de calor para los fines de fabricación del azúcar.

El jugo que exprimen los molinos es ácido, turbio y de color verde oscuro. Este jugo es llevado por medio de bombas hacia el proceso de clarificación, pero, pasa antes por una torre de sulfitación (si se va a producir azúcar blanca) y por tanques de alcalinización donde se agrega lechada de cal para neutralizar la acidez y llegar con un cierto ph (Potencial de Hidrógeno) a los clarificadores, luego, el jugo pasa por unos intercambiadores de calor (calentadores de vapor) y, finalmente es llevado hacia los clarificadores en donde se separan lodos y suciedad del guarapo. La cal y el calor son utilizados para la separación de lodos del guarapo. Por el efecto que produce el calor y la cal sobre el jugo, a los mismos se les llama agentes clarificantes del guarapo.

La calefacción del jugo alcalino, hasta el punto de ebullición o un poco más allá de este punto, coagula la albúmina y alguna de las grasas, ceras y gomas y el precipitado que así se forma engloba tanto los sólidos en suspensión como las partículas más finas.

El azufre introducido al jugo en la torre de sulfitación, lleva varias funciones, entre otras: elimina las materias colorantes, aumenta la velocidad de la decantación en el clarificador, mejora notablemente el color del azúcar, las masas cocidas son menos viscosas y se cuecen más rápidamente. El lodo decantado del clarificador es extraído de éste a través de bombas que lo llevan hacia un filtro que actúa a través de vacío, cuya función es extraer el azúcar que los lodos llevan, luego ese jugo extraído en el filtro es llevado de nuevo hacia los tanques de alcalinización en donde se repite el proceso anterior. La torta de lodo que sale del clarificador, recibe el nombre de cachaza, ésta al salir del filtro, es mezclada con agua y llevada hacia el campo que sirve como abono al cultivo de caña.

El jugo clarificado es conducido hacia los preevaporadores y, luego hacia los evaporadores. El jugo clarificado posee casi la misma composición del jugo extraído (con la excepción de las impurezas precipitadas que fueron extraídas por el tratamiento con cal) contiene aproximadamente 85% de agua. Las dos terceras partes de esta agua se evaporan en los evaporadores de múltiple efecto al vacío, consistentes en una sucesión de celdas de ebullición al vacío llamados cuerpos, dispuestos en una serie para que en cada cuerpo haya mas vacío que en el cuerpo inmediato anterior y de esta forma el jugo que dicho cuerpo contiene hierva a menor temperatura. Así los vapores producidos en un cuerpo podrán calentar a ebullición el jugo que contenga el siguiente, con el uso de este sistema; el vapor que se introduce en el primer cuerpo logra producir evaporación en múltiple efecto. El vapor que sale del último cuerpo va hacia un condensador. El jarabe que sale del último evaporador se llama meladura, el cual tiene un contenido aproximado de 65% de sólidos y 35% de agua.

La meladura que sale del evaporador melador, es llevada hacia los tanques de meladura, posteriormente, serán llevados hacia un proceso de decantación o de filtración en donde separarán de nuevo la suciedad que todavía lleva el jugo clarificado, posteriormente la meladura clarificada será llevada hacia los tanques superiores de meladura clarificada, de donde es llevada posteriormente hacia los tachos (cuerpos cilíndricos donde se cocina el azúcar).

La purificación del jugo produjo jugo claro. Este jugo es azúcar disuelta en agua junto con ciertas impurezas, cuando se ha quitado la mayor cantidad posible de estas impurezas, queda por eliminar el agua.

Este es el objeto de la evaporación. La concentración se lleva al máximo tratando de dejar al líquido madre solo el espacio libre entre los cristales. A la mezcla obtenida, cristales sólidos y licor madre viscoso, se le da el nombre de masa cocida. El cocimiento que se da en los tachos comienza justamente antes de que los granos aparezcan en la meladura y que continua hasta la concentración máxima, su consistencia no permite hervirlo en tubos angostos, ni circularlo con facilidad de un cuerpo a otro.

En los tachos se concentra la meladura hasta quedar saturada de azúcar. Al llegar a este punto se introducen cristales de siembra, para que sirvan de núcleos a los cristales de azúcar y se va agregando más meladura a medida que se evapora el agua. Los cristales originales que se fueron formando con destreza del operador del tacho, crecen sin que se formen cristales adicionales, a medida que en ellos se va depositando azúcar procedente de la maza en ebullición, este crecimiento de los cristales continúa hasta que al quedar lleno el recipiente ha alcanzado un tamaño previamente determinado.

La mezcla de cristales y meladura queda concentrada hasta formar una masa densa, masa cocida o templa, la cual se descarga del tacho por medio de una válvula inferior, hacia los recibidores o cristalizadores.

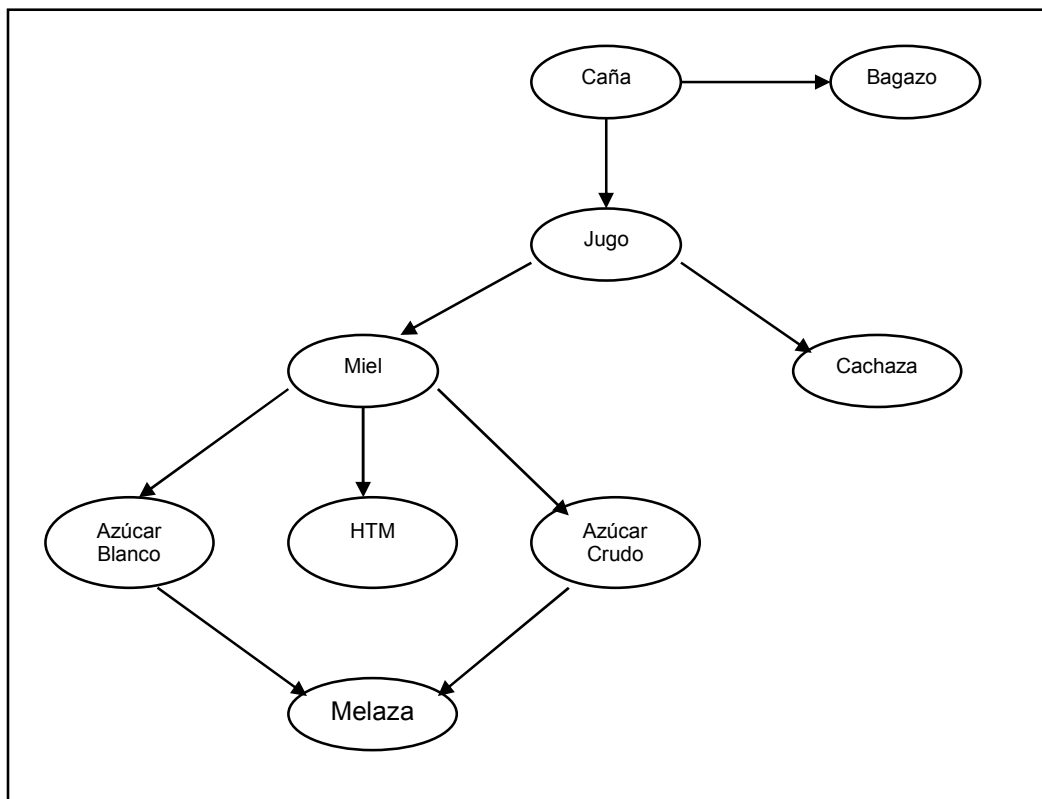
La cocción de las masas cocidas y la recocción de las meladuras se controlan cuidadosamente y se lleva a cabo de acuerdo con sistemas de cocción que se seleccionan tomando en cuenta muchas condiciones. La masa cocida que cae al cristizador, está a una sobresaturación alta, si se le permite reposar; el azúcar que contiene aún el licor madre sigue depositándose sobre los cristales, sin embargo, esta templa es muy densa y el licor madre es viscoso.

La cristalización cesará rápidamente si la masa cocida queda sin movimiento porque la capa del líquido madre que rodea a los cristales se agotará y la viscosidad de la masa impedirá el movimiento de las moléculas de azúcar alejadas para ponerse en contacto con los cristales. Para tomar ventaja de la fuerte tendencia que tiene la masa cocida a cristalizarse, después el cocimiento, esta masa debe mantenerse en movimiento para cambiar constantemente de posición relativa de las partículas del licor madre y de los cristales. En el lenguaje de la fábrica, a este efecto se le llama cristalización. La cristalización, es entonces, un proceso que consiste en mezclar la masa cocida por cierto tiempo después de caer del tacho y antes de pasar por las centrifugas y que tiene como finalidad completar la formación de los cristales y forzar un agotamiento más completo del licor madre conocido comúnmente como miel.

Una vez que el licor madre (miel) se agotó hasta el límite práctico en lo que concierne a la templa, queda únicamente por separar a los cristales para obtener el azúcar en la forma comercial, esta operación se lleva a cabo en secadores centrífugos a los que simplemente se les llama centrifugas; a esta operación se le conoce como centrifugado o purgado.

Las centrifugas tienen un canasto cilíndrico que está suspendido de una flecha, tiene sus costados perforados y forrados de tela metálica; entre el forro y el costado hay láminas de metal que tienen de 400 a 600 perforaciones por pulgada cuadrada. La función de este forro perforado es detener los cristales de azúcar que van siendo lavados con agua. Las aguas madres o miles que se purgan, pasa a través de la tela metálica, impulsadas por la fuerza centrífuga que sobre ellas se ejerce y cuando el azúcar queda purgada se descarga de la centrifuga y es conducida por medio de conductores de gusano hacia un elevador de azúcar que la llevará a un proceso de secado por medio de vapor.

**Figura 2. Proceso de elaboración del azúcar**

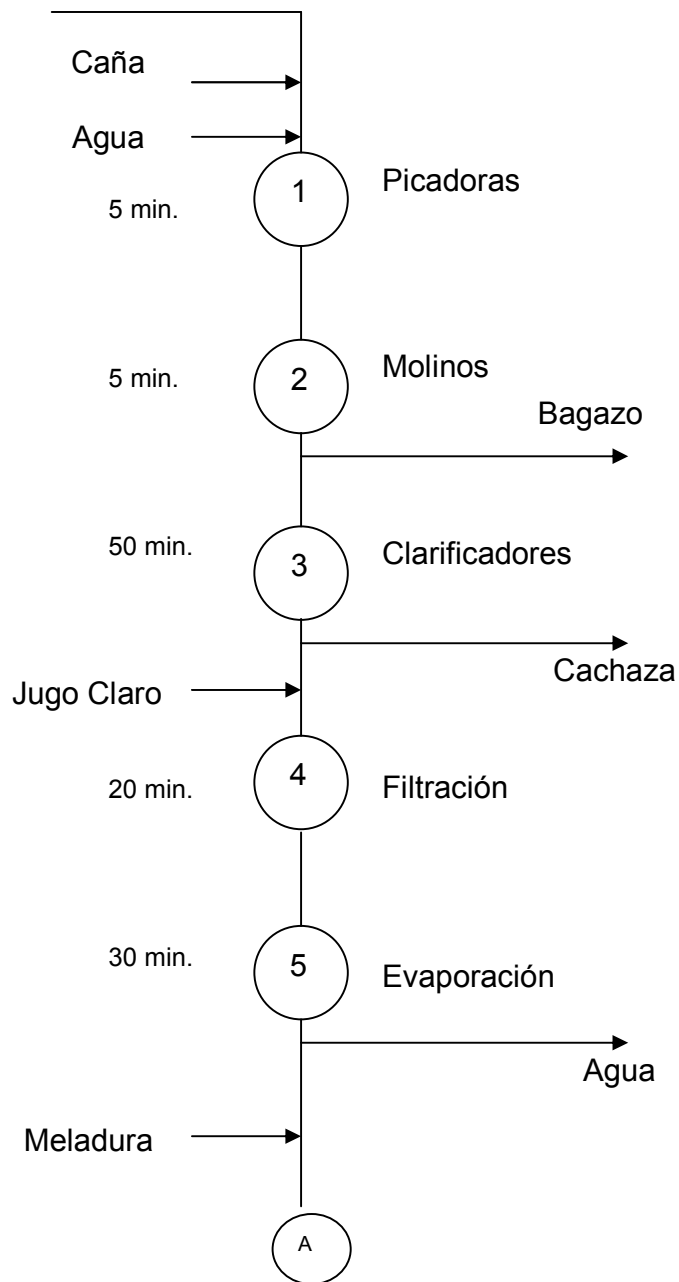


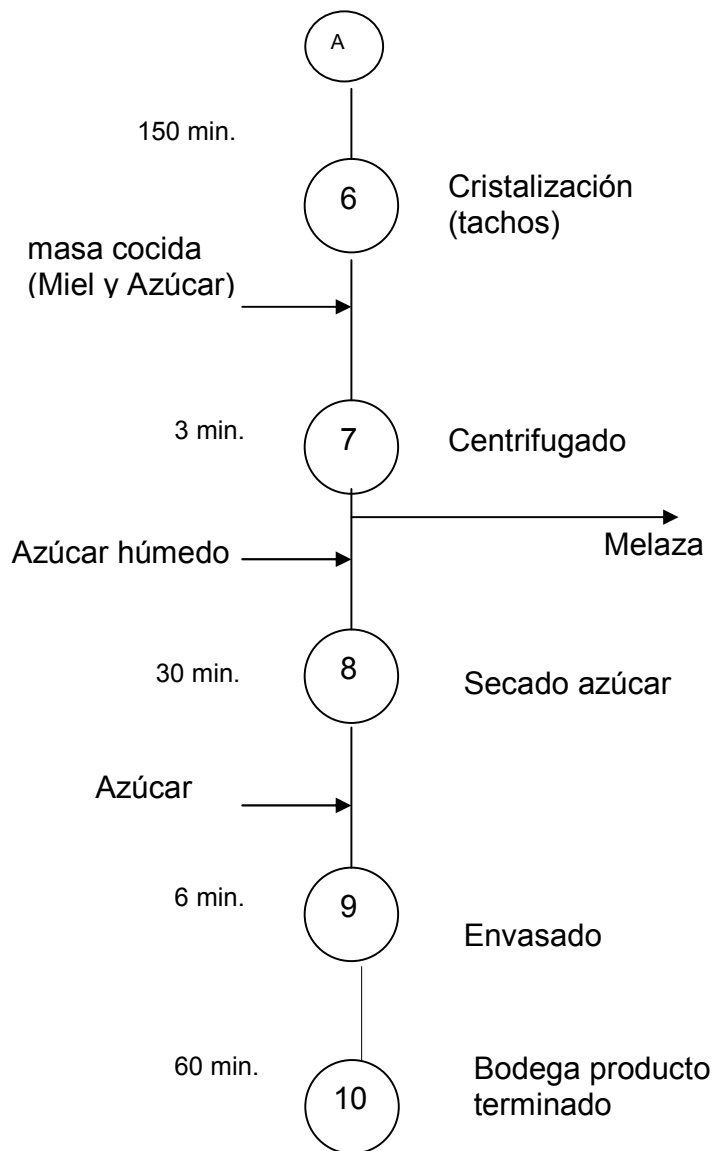


**Figura 3 Diagrama de operaciones del proceso de azúcar**

Empresa: Ingenio Madre Tierra  
Producto: Azúcar  
Uso: Venta  
Analista: Byron Estuardo Ixpatá Reyes

Inicio: Patio de caña  
Termina: Bodega producto terminado  
Método: Actual  
Fecha: Septiembre de 2003

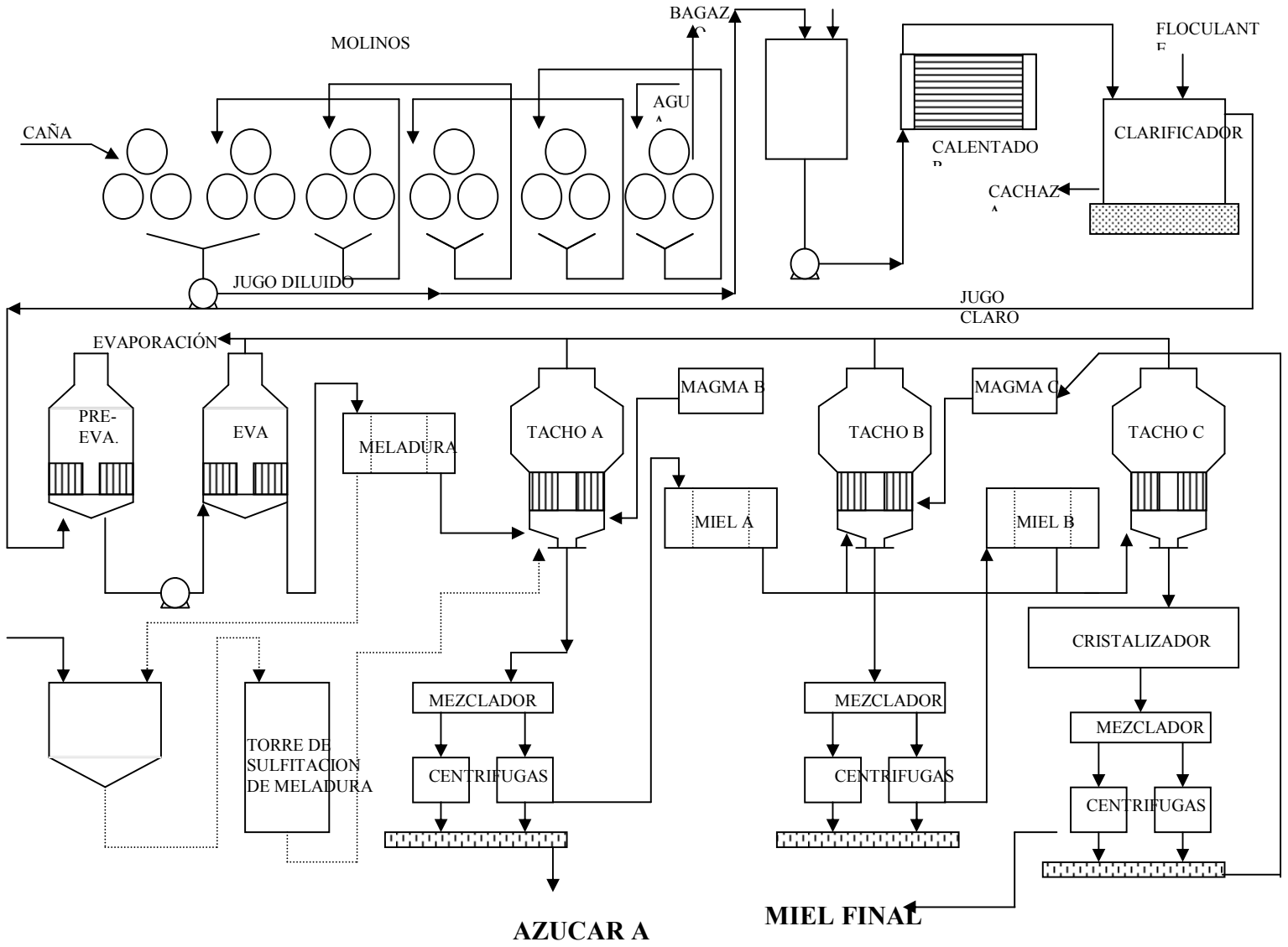




Resumen			
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo
○	Operaciones	10	359 min.

Nota: Los tiempos tomados son tiempos promedios

**Figura 4. Diagrama de recorrido del proceso de azúcar**



### **1.5.2 Cogeneración de energía eléctrica**

Uno de los aspectos importantes que ha tomado relevancia en estos últimos años, es la producción de energía eléctrica en los ingenios azucareros, para dicho proceso, se utiliza el bagazo de la caña como combustible, que sale del último molino. Dentro del ingenio se cuenta con el departamento de cogeneración que cuenta con tres calderas de vapor de alta presión que produce el vapor necesario para la operación de dos turbogeneradores los cuales tienen una capacidad de generar el primero 5,000 KW y el segundo 15,000 KW. También se cuenta con una subestación eléctrica la cual consta de dos transformadores primarios que elevan el voltaje, uno de 12.5 KV a 69 KV y el otro de 13.8 KV a 69 KV de la red eléctrica.

## **1.6 Descripción de las áreas del proceso**

El proceso del azúcar comienza en el campo, por lo que la labor de un ingenio azucarero se basa en extraer la mayor cantidad de azúcar de la caña, utilizando para ello el equipo mecánico necesario, contando con las áreas de patio de caña y molinos que a continuación se describe la actividad de cada una de estas áreas.

### **1.6.1 Área de maquinaria y/o equipos**

El área de maquinaria del ingenio se encuentra formada por patio de caña y molinos que es donde comienza el proceso de fabricación del azúcar, que a continuación se describen.

### **1.6.1.1 Patio de caña**

Es el lugar donde se recibe la caña que viene en camiones, a granel o maletada. Se limpia en varios lugares con agua caliente procedente del sistema de condensación; se descargan en la mesa o se almacena en montones para abastecer el ingenio directamente desde el conductor de caña, se prepara, convirtiendo las cañas enteras en pedazos cortos y con mayor densidad, para luego ser conducido a los molinos; le componen dos pre-lavados de caña, tres mesas de caña, una pre-picadora, tres picadoras y dos conductores de caña; identificados como conductor 1 y 2.

El prelavado de caña está instalado al principiar el área del patio de caña, el cual es una estructura de 20 x 20 pies y cuenta con un sistema de riego de agua caliente a 40°C. Es utilizado para dar el primer lavado a la caña que se encuentra en las jaulas de los camiones, con eso se logra extraer el polvo y tierra para que luego pueda ser volteada a la mesa alimentadora por medio de grúas de hilo que están instaladas a un costado de cada mesa alimentadora. (Ver figura 5)

**Figura 5. Patio de Caña**



**Fuente: Ingenio Madre Tierra**

### 1.6.1.2 Molinos

Es la maquinaria utilizada principalmente para la extracción del jugo de la caña, consta básicamente de tres a cuatro rodillos llamados mazas, los cuales son movidos por una unidad motriz individual que puede ser una máquina de vapor, un motor eléctrico, o una turbina de vapor, en el caso del Ingenio Madre Tierra, las mazas son movidas por medio de turbinas de vapor, (luego se describirán sus características). A la serie de molinos que en su totalidad son de cuatro mazas se le llama tándem, en el Ingenio está constituido por seis molinos.

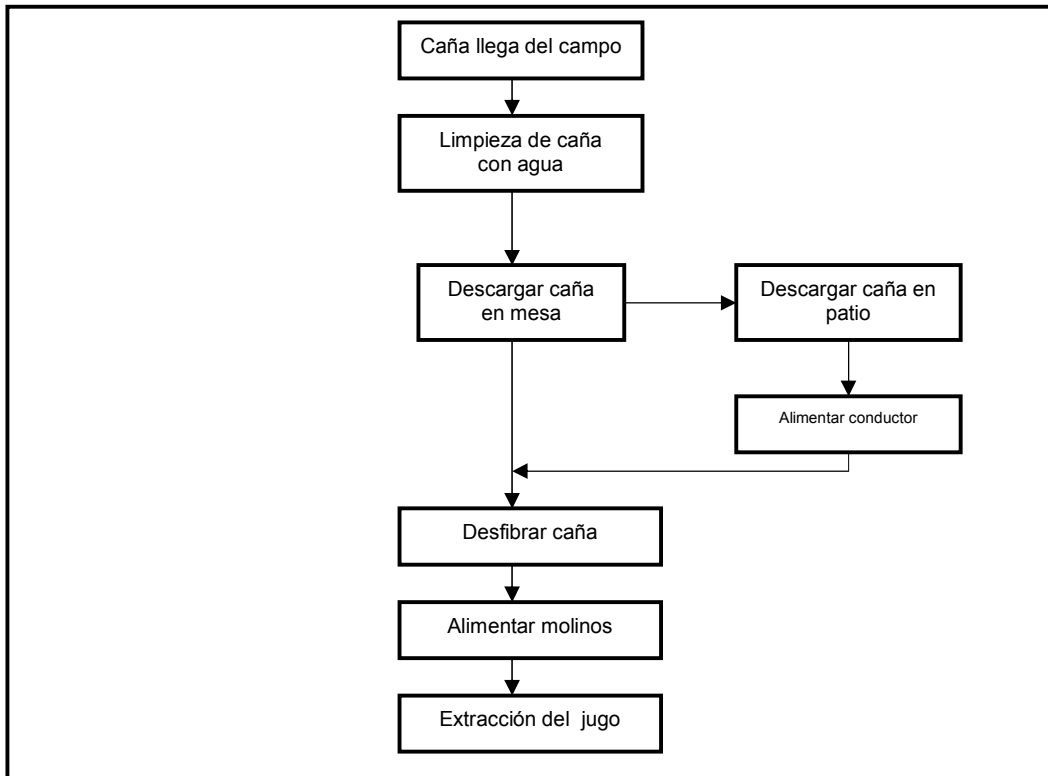
Los molinos que componen el tándem están compuestos por cuatro mazas, las cuales reciben el nombre de maza superior, llamada también maza mayor, que es la que aplica la presión hidráulica por medio de un cilindro, lo cual le permite subir o bajar dependiendo del grosor del colchón de bagazo; dándosele a este movimiento el nombre de **flotación**, la maza por donde entra la caña se le denomina maza cañera; la maza bagacera, que es la maza por donde sale el bagazo; la cuarta maza que es la que extrae y ayuda a alimentar de mejor manera la caña al molino. (Ver figura 6)

**Figura 6. Molinos**



Fuente: Ingenio Madre Tierra

**Figura 7. Flujograma patio de caña y molinos**



Fuente: Ingenio Madre Tierra

## **2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1 Conceptos generales de mantenimiento**

A continuación se describe cada uno de los diferentes tipos de mantenimiento que existen con el propósito de tener una base teórica de los mismos.

#### **2.1.1 Definición de mantenimiento**

El mantenimiento se puede definir como el conjunto de actividades destinadas a garantizar el óptimo funcionamiento y prolongar la vida útil de los equipos.

##### **2.1.1.1 Mantenimiento preventivo**

A principios de siglo se mostraron los primeros indicios de este sistema de mantenimiento, consiste básicamente en una serie de trabajos que es necesario desarrollar en alguna unidad operativa o instalación para evitar que ésta pueda interrumpir el servicio que proporciona. Esta serie de trabajos, generalmente, se toma de las instrucciones que dan los fabricantes al respecto, experiencias propias y aportaciones que puedan hacer los técnicos de mantenimiento en cada especialidad.

Una buena organización que aplica el mantenimiento preventivo, logra experiencia en determinar la causa de fallas respectivas o el tiempo de operación segura de algunos componentes o bien, llega a conocer puntos débiles de las instalaciones, equipos, máquinas y otros.



La ejecución del mantenimiento preventivo, ya sea ligero o a fondo, debe llevarse a cabo por medio de programas, debe planearse; por eso éste es más barato que el mantenimiento correctivo, ya que tanto el material como la mano de obra y el momento de la labor están adecuados en cantidad, calidad y precio.

Algunas ventajas del mantenimiento preventivo se mencionan en la siguiente tabla:

**Tabla I . Ventajas del mantenimiento**

<p>a. <b>Mayor vida útil:</b> Los equipos e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo tendrán mayor vida útil que la que tendrían sujetos a mantenimiento correctivo.</p>	<p>c. <b>Uniformidad en la carga de trabajo:</b> La carga de trabajo para el personal de mantenimiento en un programa preventivo es más uniforme que en un programa de mantenimiento correctivo.</p>
<p>b. <b>Disminución del tiempo muerto:</b> El tiempo muerto que los equipos e instalaciones permanecen fuera de servicio llega a ser menor cuando se aplica el mantenimiento preventivo, en comparación con el correspondiente a mantenimiento correctivo.</p>	<p>d. <b>Confiabilidad:</b> Las instalaciones y equipos sujetos a este tipo de mantenimiento operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce su estado físico y sus condiciones de funcionamiento.</p>

## Continuación

<p>e. <b>Costo de reparación:</b> Se puede reducir el costo de reparación de los equipos cambiando el sistema de mantenimiento correctivo a otro de mantenimiento preventivo.</p>	<p>f. <b>Organización de bodega:</b> Tener un inventario muy elevado de materiales y repuestos no es bueno, debe existir un sistema de inventarios bien organizado para obtener un nivel óptimo de inventario total y, así, surtir en forma rápida las requisiciones incluidas en un cierto período.</p>
---	--

### 2.1.1.2 Mantenimiento correctivo

Mantenimiento correctivo es la serie de trabajos que es necesario ejecutar en las instalaciones, dispositivos, etc., al cuidado del personal de mantenimiento, cuando estos dejan de prestar el servicio para el cual han sido diseñados.

Este tipo de mantenimiento se divide en dos aplicaciones:

- a. Interviene cuando el mantenimiento preventivo indica que se impone una reparación del equipo para volver a poner en correcto estado de funcionamiento. Dichas reparaciones deberán efectuarse inmediatamente para prevenir mayor y más serios desperfectos que puedan provocar el reemplazo del equipo, antes de la expiración contemplada del período de vida útil, promedio del mismo.
- b. Por otro lado, el mantenimiento correctivo también abarca remodelaciones y/o montaje e instalaciones y equipos.

### **2.1.1.3 Mantenimiento predictivo**

Se basa fundamentalmente, en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjudicar al servicio; se usan para ello, instrumentos de diagnóstico tales como: medidores de vibración, equipo para análisis de aceite lubricante, maquinaria para ensayos de dureza, equipo de análisis de gases de combustión, pruebas no destructivas, etc.

Antes de empezar el programa de mantenimiento predictivo, es necesario asegurarse de que la institución esté en condiciones de aprovechar, al máximo sus ventajas, tomando en cuenta sobre todo, el costo que representa un paro inesperado en el servicio.

## **2.2 Tipos de organizaciones**

La estructura organizacional es la representación formal de las relaciones laborales, define las tareas, puesto y unidad, señala cómo deben coordinarse. Los tipos de organizaciones se basan principalmente en identificar qué es una organización orgánica y mecanicista; se dice que una organización orgánica alienta a jefes y subordinados a trabajar en equipo y comunicarse abiertamente. De hecho, se exhorta a los empleados a que se comuniquen con cualquiera que pueda ayudarles a resolver un problema.

La toma de decisiones suele descentralizarse. La autoridad, la responsabilidad y la rendición de cuentas giran en torno de los empleados que cuentan con experiencia necesaria para solucionar los problemas conforme se presentan. En consecuencia una organización orgánica es ideal para un entorno cambiante.

Una organización mecanicista, la administración divide las actividades en tareas separadas y muy especializadas, depende en gran medida de reglas estandarizadas y centraliza la toma de decisiones en la cúspide, este tipo de organizaciones puede ser más adecuado cuando el entorno de una empresa es estable y predecible. Los diseños o tipos de organizaciones son los siguientes:

**a) Organización matricial:**

Combina algunas características de los diseños de organización funcional y por producto para mejorar la capacidad de procesamiento de información de gerentes y empleados. En una organización matricial, los gerentes reportan a un gerente matricial. La labor de éste consiste, en coordinar las actividades de todos los gerentes, en lugar de rendir cuentas a gerentes de nivel superior por separado se reportan con un gerente matricial general, quién consolida e integra sus actividades. Un diseño matricial integra las actividades y mantiene bajos los costos, pues elimina la duplicidad de actividades claves de cada línea de productos. La labor del gerente matricial es lograr un equilibrio general, para lo cual coordina las actividades funcionales y de producto de la organización.

**b) Organización en red:**

La característica de una organización en red, subcontrata algunas o muchas de sus operaciones con otras empresas y las coordina con diversos métodos para lograr determinados objetivos. Los individuos que forman parte de organizaciones en red no pueden operar con eficacia a menos que se comuniquen con rapidez, precisión y a grandes distancias. Cuando existe esta capacidad los gerentes de las organizaciones en red pueden:

- 1) Buscar oportunidades y recursos en todo el mundo.
- 2) Maximizar el uso de los recursos.
- 3) Hacer que la organización realice sólo las funciones para las que tiene o ha desarrollado capacidad.
- 4) Subcontratar las actividades que otros actores pueden desempeñar mejor y a un menor costo.

Este diseño significa que conforme va siendo necesario entran y salen empresas de la red para lograr los objetivos definidos.

**c) Organización virtual:**

Una organización virtual recurre a muchas tecnologías de la información avanzadas para integrar en su interior empleados, equipos y departamentos, y en el exterior a su red de subcontratistas. La organización virtual se basa en las características de la organización en red.

Ambos diseños organizacionales se concentran en formas de alianzas y asociaciones con otras organizaciones para hacer un fondo común y compartir las habilidades, la tecnología y los costos. No obstante son mucho mayores los grados de interdependencia recíproca y secuencial en la organización virtual, los límites en una organización virtual, tanto interna como externamente son mucho más abiertos que en una organización en red debido al uso de tecnologías de la información avanzadas que enlazan perfectamente a todos los socios.

### **2.3 Evaluación de puestos**

Dentro de la evaluación de puestos se puede decir, que es el procedimiento para determinar las tareas y requisitos de aptitudes de un puesto y el tipo de personas que se debe contratar. La descripción de puestos es la lista de tareas, responsabilidades, relaciones de informes, condiciones de trabajo y responsabilidades de supervisión de un puesto, lo que respecta a la especificación del puesto se refiere a la lista de los requerimientos humanos del puesto, esto es, la educación, capacidad, personalidad, etc.

### **2.4 Programa de mantenimiento**

Un programa de mantenimiento es el conjunto de actividades de mantenimiento preventivo que deben realizarse a un equipo para mantenerlo siempre en óptimas condiciones de trabajo y/o funcionamiento.

## **2.5 Administración del mantenimiento**

La administración del mantenimiento dentro de una empresa es el resultado del utilizar los recursos humanos y físicos en forma óptima durante un determinado tiempo establecido para llevar a cabo un plan de mantenimiento.

Para poder administrar de una manera eficiente las distintas actividades de mantenimiento de los equipos, se contará con formatos establecidos, que dependiendo el caso se emplearán para delegar tareas y llevar un registro detallado de las mismas.

## **2.6 Lubricantes**

Los objetivos de la lubricación son:

- a. Reducir el rozamiento, el desgaste y el calentamiento de los elementos de máquina que se mueven unos respecto de otros;
- b. Proteger a los elementos de máquina de la corrosión;
- c. Obturar (en el caso de una grasa) contra impurezas, tales como suciedad, polvo, humedad y agua.

A las sustancias que realizan las anteriores funciones, al introducirlas entre las superficies en movimiento se les llama lubricantes. El lubricante forma una película entre las dos superficies en movimiento, para evitar el contacto metálico. La película debe ser lo suficientemente gruesa para obtener una lubricación satisfactoria, incluso bajo fuertes cargas, variaciones grandes de temperatura y vibraciones.

### 2.6.1 Propiedades de los lubricantes

Las propiedades de los lubricantes son variadas y su entendimiento amplía el criterio en la interpretación de los resultados de los análisis. Se tienen las siguientes propiedades:

**Viscosidad:** la viscosidad de un fluido puede definirse desde el punto de vista práctico como su resistencia a fluir, es, por tanto, una medida de su fricción interna; cantidad de resistencia opuesta a las fuerzas cortantes del fluido.

**Índice de viscosidad:** es una medida o indicación (empírica) que expresa la cantidad de cambio de viscosidad con respecto a la temperatura.

**Densidad:** la densidad es la masa por unidad de volumen.

**Tensión superficial:** la tensión superficial es una fuerza que, como su nombre lo indica, produce efectos de tensión en la superficie de los líquidos, allí donde el fluido entra en contacto con otro fluido, particularmente un líquido con un gas o con un contorno sólido. Es una fuerza de cohesión molecular en un líquido y explica la formación de gotas de un líquido.

**Presión de vapor:** existe evaporación en la superficie libre de un líquido a cualquier temperatura, pues hay un constante movimiento de moléculas que escapan de dicha superficie.



**Punto de inflamación o chispa:** esta característica es la que limita la temperatura máxima de trabajo de un aceite. Es la temperatura a la cual los vapores desprendidos por el aceite se inflaman momentáneamente al contacto por una llama.

**Punto de ignición:** es la temperatura a la cual los vapores desprendidos por el lubricante permanecen inflamados al contacto con una llama.

**Punto de fluidez:** es una característica importante en los lubricantes que van a trabajar en bajas temperaturas, pues éste punto representa la temperatura más baja a la cual el lubricante fluye libremente, es decir, la temperatura hasta la cual puede enfriarse un aceite sin que deje de fluir.

**Corrosividad:** a los lubricantes se les hace la prueba de lámina de cobre con el fin de determinar qué tan corrosivo se encuentra dicho lubricante. Con los resultados de ésta prueba se califica si el aceite es corrosivo o no corrosivo. Esta propiedad tiene relevancia en aceites de turbina y de transformador entre otros.

**Valor de neutralización:** indica la capacidad de un aceite para neutralizar ácidos o el nivel de acidez que tiene. Un aceite ácido produce ataque corrosivo.

**Gravedad específica:** se define como la densidad del aceite a 60°F, comparada con la del agua a los mismos 60°F.

**Color:** esta característica del lubricante da una pauta cualitativa del estado del lubricante. No obstante, no debe considerarse separadamente como elemento de juicio.

**Demulsibilidad:** es la capacidad que tiene un aceite de separarse del agua es lo que se llama demulsibilidad. El valor de demulsibilidad toma importancia para aceites en contacto con agua o vapor, como por ejemplo en aceites de turbina.

**Estabilidad a la emulsión:** los aceites de maquinado solubles se utilizan mezclados con agua y esta emulsión debe ser estable.

**Propiedad antiespumante:** la tendencia de un aceite a formar demasiada espuma puede tener consecuencias indeseadas en su desempeño como lo son el recalentamiento y la oxidación. El aceite debe tener pues la propiedad de no formar demasiada espuma durante su funcionamiento.

**Oleosidad:** es la propiedad del aceite de adherirse a superficies. La oleosidad y viscosidad no tiene ninguna relación alguna.

**Estabilidad térmica:** el calor es la principal fuente de oxidación del propio aceite. La habilidad del aceite para resistir la oxidación que puede ceder ácidos y lacas, se llama estabilidad térmica. La estabilidad del aceite exige bajas temperaturas de funcionamiento y la eliminación de todas las áreas calientes que puedan tener contacto con el aceite.

## 2.6.2 Tipos de lubricación

Pueden identificarse cuatro formas distintas de lubricación:

**a) Con capa límite:** se obtiene cuando el espesor de la película del lubricante es de una magnitud similar a las moléculas individuales de aceite.

Esta condición se presenta cuando la cantidad de lubricante es insuficiente o el movimiento relativo entre las dos superficies es demasiado lento. Cuando el coeficiente aumenta las pérdidas por rozamiento, éstas también aumentan. Éstas se convierten en calor, aumentando la temperatura del lubricante y reduciéndose la viscosidad de forma que la capacidad de carga de la película se reduce. Ello se puede evitar empleando aditivos que refuercen la resistencia de la película.

**b) Lubricación hidrodinámica:** se obtiene cuando dos superficies están completamente separadas por una película coherente de lubricante. El espesor de la película excede así de las irregularidades combinadas de las superficies. La lubricación hidrodinámica evita el desgaste de las partes en movimiento. Ya que no hay contacto metálico entre ellas. La lubricación hidrodinámica no depende de la introducción a presión aunque sí puede hacerse; sin embargo, si requiere que haya un abastecimiento adecuado de lubricante en todo momento.

**c) Lubricación hidrostática:** se obtiene introduciendo el lubricante que, a veces, es aire o agua; en el área de soporte de la carga a presión, suficientemente elevada, para separar las superficies con una capa relativamente gruesa. Así a diferencia de la lubricación hidrodinámica, no se requiere del movimiento de una superficie respecto de la otra.

**d) Lubricación elastohidrodinámica:** es el fenómeno que ocurre cuando se introduce un lubricante entre las superficies que están en contacto rodante, como los engranajes y los cojinetes de rodamiento. Cuando los rodamientos tienen que trabajar a temperaturas extremas debe usarse un lubricante de película sólida. Como el grafito de bisulfuro de molibdeno, porque los aceites ordinarios de origen mineral no dan resultados satisfactorios.

## **2.7 Inventario**

El inventario es el material que se tiene para el uso de las ventas futuras, que está en espera de los clientes; también puede tratarse de bienes o materiales destinados a la producción o a la transformación de bienes, que utilizará el cliente para su satisfacción.

En el pasado, el inventario se tenía como un amortiguamiento de la mala planificación, pero ahora es como un mal necesario, el cual debe protegerse para que no sea muy grande y aumenten los costos, ni muy pequeño que disminuya la eficiencia de la operación; el inventario es una prioridad para las empresas en la actualidad, lo importante es manejarlo y controlarlo, a un nivel que no se convierta en un pasivo para éstas. El inventario es una función de tres aspectos importantes: la incertidumbre de la demanda, la producción y los suministros, los cuales son factores en su planificación y administración.

La administración de los inventarios puede estar en varios lugares dentro de una organización, lo cual va a depender del tamaño de la organización, de los participantes (trabajadores), así como de la condición financiera de la empresa.

El inventario, es en realidad responsabilidad de todos y debe estar claro que uno de los objetivos de la administración de inventarios es proveer los materiales necesarios, en las cantidades adecuadas, en el lugar apropiado y justo a tiempo.

La planeación exacta de la demanda es la base para una buena administración de los inventarios. La meta de la planificación de inventarios es satisfacer las demandas del cliente con la máxima eficiencia operativa y la mínima inversión en el inventario. Hay que tomar en cuenta que el inventario es una forma de disfrazar la planeación, por lo que mejorando la realización del proceso de planeación de inventarios, se reducirá la necesidad de inventarios excedente. La administración de inventarios es un proceso que consiste en establecer límites de tolerancia y objetivos, diseñar planes de acción, distribuir recursos, asignar responsabilidades, implantar planes y, al final, medir los desempeños a fin de proporcionar un reforzamiento para efectuar acciones correctivas.

### **2.7.1 Tipos de inventarios**

Los tipos de inventarios pueden clasificarse como determinísticos (variables conocidas con certeza) o como estocásticos (variables probabilísticas), para este caso sólo se estudiara el modelo determinísticos que son los más empleados en todo tipo de industria.

## **2.8 Seguridad e higiene industrial**

### **2.8.2 Generalidades**

Seguridad e higiene industrial representa una de las herramientas más importantes dentro de las empresas, es una herramienta de mucha utilidad para optimizar la productividad y evita que esta disminuya, y se eleven los costos de mano de obra por tiempo no trabajado, dado a que los accidentes y enfermedades laborales tienden a disminuir el tiempo óptimo de trabajo.

Todas las empresas están obligadas a adoptar las precauciones necesarias para proteger la vida, la seguridad y la salud de sus trabajadores, en la prestación de sus servicios. Las condiciones de seguridad e higiene industrial en el trabajo se rigen en todo el territorio nacional por diferentes leyes, decretos y reglamentos que en su conjunto determinan las medidas de prevención a adoptar, las obligaciones y derechos de las distintas partes involucradas, y también las sanciones a aplicar en caso del no cumplimiento de esta normativa. Para ello, se adoptan las medidas necesarias que vayan dirigidas a los trabajadores y a las distintas actividades que realizan en el ámbito laboral por medio de un Manual de Seguridad e Higiene Industrial propio de las empresas y las normas nacionales como: Código de Trabajo y el Reglamento del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

La gerencia debe movilizar y orientar las actividades de todos los trabajadores hacia los objetivos de la empresa y para poder lograrlo se debe crear condiciones favorables para el trabajo, organizando las funciones y tareas, promoviendo el desarrollo de las capacidades y procurando que los objetivos de la empresa sean asumidos como objetivos personales mediante el ejercicio de una influencia efectiva con la naturaleza de las personas.

### **2.8.1.1 Conceptos de seguridad e higiene industrial**

#### **A. Seguridad industrial**

La seguridad industrial es el conjunto de medidas técnicas, educacionales, médicas y psicológicas que ayudan a prevenir accidentes y eliminar condiciones inseguras para el trabajador. La seguridad es la encargada de detectar los riesgos inherentes a cualquier actividad, proponer las medidas preventivas y correctivas con el objeto de eliminarlos o minimizarlos, verificando constantemente a través de mediciones e inspecciones, las diferentes variables que pueden originar riesgos o incrementarlos.

#### **B. Higiene industrial**

Es la ciencia y el arte dedicados al conocimiento, evolución y control de aquellos factores ambientales, tensiones emanadas o provocadas por o con motivo del trabajo y que puede ocasionar enfermedades, afectar la salud y el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o ciudadanos de la comunidad. El objetivo de la higiene industrial es eliminar las causas de las enfermedades ocupacionales.

La higiene industrial es la técnica dedicada a la prevención, evaluación y control de los factores ambientales que surgen en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades e incapacidad de los trabajadores expuestos a dichos factores ambientales.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), la salud no es solo la ausencia de una enfermedad e invalidez, sino el bienestar físico, mental y social del ser humano.

### **2.8.1.2 Aspectos legales**

Todos los trabajadores están obligados a observar las medidas de seguridad e higiene en el trabajo, así como las que emanen del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y de las autoridades de trabajo y sanitarias para proteger la vida, preservar la salud y prevenir accidentes.

### **2.8.1.3 Conceptos de Leyes de seguridad e higiene industrial**

En Guatemala, el tema de seguridad industrial comenzó a tener importancia en el siglo pasado, cuando en el año 1923, varios países centroamericanos se reunieron para decretar leyes de protección hacia los trabajadores.

El 20 de mayo de 1925, Guatemala decretó las leyes en cuanto al sustento del trabajador y su familia en caso de enfermedad o incapacidad permanente o accidental.

En 1945, en la Constitución de Guatemala, se decretó el Seguro Social obligatorio, para luego crear el Código de Trabajo en 1947 y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).



En Guatemala, solo existen dos organismos que son los encargados de velar por el cumplimiento y correcta aplicación de las disposiciones legales en cuanto a seguridad e higiene industrial se refiere, y estos son: el Ministerio de Trabajo y Previsión Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

## **A. Constitución Política de Guatemala**

### **TÍTULO UNO**

#### **Capítulo Único**

**Artículo 1. Protección a la Persona.** El estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia, su fin supremo es la realización del bien común.

#### **Título II**

**Artículo 93. Derecho a la salud.** El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna.

**Artículo 94. Obligación del Estado sobre la salud y asistencia social.** El Estado velará por la salud y la asistencia social de todos los habitantes. Desarrollará, a través de sus instituciones, acciones de prevención, promoción, recuperación, rehabilitación, coordinación y las complementarias pertinentes a fin de procurarles el más completo bienestar físico, mental y social.

**Artículo 95. La salud, bien público.** La salud de los habitantes de la nación es un bien público. Todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento.

## **B. Código de Trabajo**

### **TÍTULO QUINTO**

#### **Higiene y seguridad en el trabajo**

##### **Capítulo Único**

**Artículo 197.** Todo patrono está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores en la prestación de sus servicios. Para ello, deberá adoptar las medidas necesarias que vayan dirigidas a:

- a) Prevenir accidentes de trabajo, velando porque la maquinaria, el equipo y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, para lo cual deberán estar sujetas a inspecciones y mantenimiento permanente;
- b) Prevenir enfermedades profesionales y eliminar las causas que las provocan;
- c) Prevenir incendios;
- d) Proveer un ambiente sano de trabajo;
- e) Suministrar, cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados destinados a evitar accidentes y riesgos de trabajo;

- f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones a las máquinas y a las instalaciones, para evitar que de las mismas pueda derivarse riesgo para los trabajadores;
- g) Advertir al trabajador de los peligros que para su salud e integridad se deriven del trabajo;
- h) Efectuar constantes actividades de capacitación de los trabajadores sobre seguridad e higiene en el trabajo;
- i) Cuidar que el número de instalaciones sanitarias para hombres estén en proporción al número de trabajadores, se mantengan en condiciones de higiene apropiadas y estén, además, dotados de lavamanos;
- j) Cuando sea necesario, habilitar locales para el cambio de ropa, separados para mujeres y hombres;
- k) Mantener un botiquín provisto de los elementos indispensables para proporcionar primeros auxilios.

Para este efecto debe proceder, dentro del plazo que determine la Inspección General de Trabajo y de acuerdo con el reglamento de este capítulo, a introducir por su cuenta todas las medidas de higiene y de seguridad en los lugares de trabajo que sirvan para dar cumplimiento a la obligación anterior.

**Artículo 198.** Todo patrono está obligado a acatar y hacer cumplir las medidas que indique el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social con el fin de prevenir el acaecimiento de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales.

#### **2.8.1.4 Normas que regulan la seguridad industrial Guatemala**

Una norma es una instrucción de obligado cumplimiento que se ha de tomar para evitar riesgos. Las normas comúnmente se clasifican bajo cuatro características de uso o de aplicación, éstas normas se describen en la tabla II.

**Tabla II. Descripción de las normas de seguridad industrial**

<p><b>1. Normas de carácter general:</b> en esta clasificación se incluyen aquellas normas que no tienen una aplicación específica, o que se pueden aplicar a cualquier área de trabajo, debido a que son de uso general. Entre estas podemos mencionar los siguientes ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Utilización del equipo de protección personal;</li> <li>b) Uso de herramientas adecuadas;</li> <li>c) No fumar;</li> </ul> <p><b>2. Normas de carácter voluntario:</b> las normas de carácter voluntario son aquellas que se aplican como complemento. No se requieren forzosamente para la realización de alguna actividad, pues solamente son observaciones que pueden mejorar una situación; si no se usan no arriesgan la vida de las personas, ni de las instalaciones.</p>	<p><b>3. Normas de carácter particular:</b> estas normas son las que se utilizan o se aplican para instruir un trabajo específico dentro de la empresa. Comúnmente se usan cuando se va a realizar alguna actividad que requiere cierto cuidado. Como ejemplo de estas normas podemos mencionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Protección adecuada para trabajos especiales;</li> <li>b) Normas para manejo de máquinas.</li> </ul> <p><b>4. Normas para situaciones de emergencia:</b> estas normas se utilizan cuando se da una situación imprevista. Su cumplimiento es aislado y ocasional, pero es necesario contar con ellas, porque nos pueden ayudar mucho en el momento de ocurrir una emergencia dentro de la empresa. Como por ejemplo de estas normas podemos mencionar las rutas de evacuación, en caso de incendios, temblores y otras situaciones de emergencia.</p>
---	---

### **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

A continuación se describen los distintos temas que integran la evaluación que se practicó en el Ingenio Madre Tierra.

Comenzando con un análisis de la organización del departamento de mantenimiento, las condiciones del mismo, así como las medidas de seguridad e higiene industrial, detectando los puntos que representan un peligro para la salud del trabajador.

Las mismas fueron determinadas por medio de visitas a cada área de trabajo, en las cuales se estableció contacto verbal con los empleados y jefes supervisores, logrando concluir que no está establecido un programa de mantenimiento eficiente y con lo que respecta a seguridad e higiene industrial aún no está institucionalizado correctamente.

#### **3.1 Análisis del personal administrativo del departamento de mantenimiento**

El personal administrativo del departamento de mantenimiento del ingenio Madre Tierra está constituido por el gerente, el superintendente o jefe de maquinaria (encargado del área de fabricación), el Auxiliar del departamento (encargado del área de patio de caña y molinos). Debido a que los dos últimos presentan similitud en sus actividades se realizó un estudio de atributos, por medio del cual se obtuvo la información necesaria para proponer una reorganización del departamento de mantenimiento.

### 3.2 Definición y atribuciones de los perfiles

- a. Actualmente los supervisores poseen y desarrollan una buena comunicación con sus subalternos
- b. Manejan con rapidez la información proveniente del jefe superior o de las áreas afines al departamento de mantenimiento.
- c. Poseen buenas relaciones interpersonales con los demás empleados del ingenio.
- d. La educación es a nivel profesional, con lo cual debe de tener un criterio más amplio para la toma de decisiones.
- e. Tanto el superintendente y el auxiliar poseen disponibilidad para capacitación en mantenimiento y en temas a fines.
- f. Se deberá contar con un presupuesto para la capacitación del superintendente y auxiliar del departamento de mantenimiento.

### 3.3 Análisis del perfil del personal administrativo

A continuación se describe el perfil y oficios que realiza el personal administrativo del departamento de mantenimiento, así como sus obligaciones y deberes:

- A. **Superintendente de mantenimiento:** es la persona encargada de coordinar actividades referentes al departamento, verifica, acepta y distribuye equitativamente los trabajos de mantenimiento, conforme estos son requeridos, ya que no se cuenta con un plan de mantenimiento solamente con historial del mismo de años anteriores.

Se encarga de coordinar juntamente con el encargado de personal los horarios y los turnos de trabajo de los empleados del departamento de mantenimiento, además, transmite la información necesaria a las autoridades del ingenio referente a partes de equipos y mantenimientos a realizar.

- B. **Auxiliar de operación y mantenimiento:** se encarga de apoyar logísticamente al superintendente de mantenimiento, así como de actividades de estadística, coordinación, archivo, herramienta, etc., en el departamento de mantenimiento. Realiza actividades de mantenimiento y así como encargarse del mismo cuando el superintendente le delega autoridad o cuando se ausenta.

### **3.4 Análisis y evaluación de puestos y cargos**

Por medio de un análisis de atributos se presentan las características relevantes de los puestos y cargos de trabajo del departamento de mantenimiento.

- a. Uno de los atributos de los puestos es delegar autoridad a los subalternos sobre determinadas situaciones en las que hace falta el superintendente de mantenimiento.
- b. En cada puesto se limitan las obligaciones para que cada empleado tenga asignadas tareas de acuerdo a su desenvolvimiento y capacidad.
- c. Al tener estructurados los puestos y los cargos se ejerce un control administrativo en el departamento de mantenimiento.



- d. Otra ventaja es que se puede estructurar al personal de acuerdo a su capacidad o especialización, para colocar a la persona ideal en el puesto adecuado.
- e. Debido a las responsabilidades y cargos que se presentan en cada puesto se tiene la posibilidad de capacitar al personal que se desempeña en los mismos.

#### **3.4.1 Superintendente**

La persona que representa este cargo se dedica a gestionar las solicitudes efectuadas por los jefes de cada área que integran el ingenio. Además, mantiene una estrecha relación entre la gerencia del ingenio y la gerencia general.

También establece parámetros de cotizaciones para compras, así como el manejo administrativo del personal de todo el ingenio, estudia, analiza y toma decisiones acertadas, que se adecuen y convengan a los intereses del ingenio Madre Tierra.

#### **3.4.2 Jefe de personal**

Se encarga de colocar a la persona adecuada en el puesto adecuado, realiza un estudio o análisis de la persona, y del puesto, para que el trabajo sea realizado eficaz y eficientemente. Se encarga de autorizar los roles de trabajo en conjunto con los jefes de cada área conforme sea requerido.

### **3.4.3 Jefe de mantenimiento**

El jefe de mantenimiento actualmente se coordina con el superintendente del ingenio para realizar las compras de material y otros elementos necesarios para la ejecución de trabajos de mantenimiento dentro de cada una de las áreas.

Se coordina de igual forma con el jefe de personal para la autorización y el aval correspondiente a los turnos de trabajo del personal de mantenimiento. Es el encargado de ejecutar y distribuir los trabajos, de velar por el buen funcionamiento de la maquinaria y equipo. Se encarga de llevar el control de material, herramienta, etc.

### **3.4.4 Supervisores**

Estos son los encargados o intermediarios entre los jefes de mantenimiento y los operarios, delegan todas las actividades de mantenimiento tanto mecánico, instrumentación, eléctrico y de lubricación. Dentro de otras actividades son responsables de velar para que se realicen los trabajos de mantenimiento de cada área y de autorizar vales para que los operarios retiren materiales y herramientas de la bodega de materiales.

### **3.4.5 Personal operativo**

Son los encargados de realizar todas las tareas de mantenimiento que se les da a los equipos en cada una de las áreas. Ellos poseen la disponibilidad para la ejecución de trabajos, al recibir órdenes de los supervisores y autoridades generales y están capacitados en cada una de las áreas con técnicas de trabajo que se adecuan a sus funciones dentro del ingenio.

### **3.5 Mantenimiento**

El término mantenimiento se incluye dentro de las empresas bajo el concepto de ingeniería de planta, donde se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un grado de confiabilidad en los equipos, máquinas y obra civil.

#### **3.5.1 Mantenimiento actual**

A continuación se describe el mantenimiento actual que se lleva a cabo a los equipos de las áreas de patio de caña y molinos. Tomando en cuenta que actualmente se realiza el control de mantenimiento por medio de una ponderación porcentual, es decir, conforme se avance en el mantenimiento de los equipos se asigna un porcentaje de 0% a 100% esto se realiza mediante una consulta, cada semana con los supervisores de mantenimiento de cada una de las áreas en estudio.

##### **3.5.1.1 Picadoras**

Se debe hacer notar que en el Ingenio Madre Tierra, en el área de patio de caña se cuenta con una prepicadora y tres picadoras, debido a que la manera de llevar el control de mantenimiento de los equipos es similar solamente se indica la forma en que es sujeta de mantenimiento la picadora 1, esta manera de control de los equipos se hace con el fin de entregar a la gerencia un informe al final del mantenimiento, teniendo la desventaja que este tipo de control se hace muy anticuado ya que no es específico porque solamente se le da una ponderación de 0% a 100% y esto varía de acuerdo al criterio del supervisor o el superintendente de mantenimiento, a continuación se presenta el mantenimiento de dicho equipo. (ver figura 8)

**Tabla III. Descripción actual de mantenimiento de pre picadora**

No.	PRE-PICADORA	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Revisar soportes de la prepicadora	MC	Jose Luis Rodriguez	30%	50%	75%	100%		
2	Revisar cojinetes, acoples de la prepicadora	MC	Jose Luis Rodriguez	90%	90%	100%	100%		
3	Instalar cuchillas de la prepicadora	MC	Jose Luis Rodriguez	0%	50%	90%	100%		

Fuente: visitas al área de trabajo en ingenio Madre Tierra

**Tabla IV. Descripción actual de mantenimiento de picadora**

	PICADORA	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Revisar Turbina, y válvulas de picadora	MR	Luis Tantí	30%	50%	75%	100%		
2	Revisar Reductor y acoples de picadora	MR	Luis Tantí	90%	90%	100%	100%		
3	Revisar soportes de la picadora	MC	Soldador	0%	50%	90%	100%		
4	Revisar cojinetes y acoples de la picadora	MC	Jose Luis Rodriguez	0%	50%	75%	100%		
5	Instalar cuchillas de la picadora	MC	Jose Luis Rodriguez	0%	0%	50%	100%		

Fuente: visitas al área de trabajo en ingenio Madre Tierra

**Figura 8. Picadora de caña**



Fuente: Ingenio Madre Tierra

### **3.5.1.2 Molinos**

A continuación se presenta el mantenimiento actual que se les da a dicho equipo, se hace notar que la manera de llevar el control del mantenimiento se hace de igual forma para los seis molinos y se utiliza siempre ponderaciones que varían de acuerdo al supervisor que este a cargo del equipo (Ver figura 9)

**Tabla V. Descripción actual de mantenimiento a molinos**

Nº.	MOLINO 1	SUPEVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Rectificar las cuatro mazas	ML	Luis Mazariegos	75%	80%	80%	100%	
2	Maquinar el virador de la cuchilla central	ML	Toreros de Taller	75%	100%	100%	100%	
3	Maquinar el virador de la 4ta. Maza	ML	Toreros de Taller	0%	0%	80%	100%	
4	Maquinar el peine de la maza superior	ML	Toreros de Taller	75%	75%	80%	80%	
5	Maquinar el peine de la maza bagacera	ML	Toreros de Taller	0%	0%	0%	0%	
6	Aplicar soldadura azucar 80 a las mazas	EA	Soldador de taller	80%	80%	80%	100%	
7	Aplicar soldadura UTP 81 a las mazas	EA	Soldador de taller	80%	80%	80%	100%	
8	Aplicar soldadura UTP 86 a las mazas	EA	Soldador de taller	80%	80%	80%	100%	
9	Aplicar soldadura UTP 61 a las mazas	EA	Soldador de taller	80%	80%	80%	100%	
10	Revisar recubrimiento de acero inoxidable de las virgenes	EA	Felix Charuc	80%	20%	100%	100%	
11	Centrar soporte del puente del molino	EM	Felix Charuc	90%	10%	100%	100%	
12	Verificar estado del puente del molino	EM	Felix Charuc	90%	90%	100%	100%	
13	Verificar estado de los platos fijos y flanges de la virgen	EM	Ernesto Tortola	90%	90%	90%	90%	
14	Revisar las chumaceras de la maza superior	EM	Arturo Bran	0%	75%	40%	50%	
15	Revisar las chumaceras de la maza cañera	EM	Arturo Bran	100%	100%	100%	100%	
16	Revisar las chumaceras de la maza bagacera	EM	Arturo Bran	55%	75%	100%	100%	
17	Revisar las chumaceras de la 4ta. Maza	EM	Guillen, De la Cruz	50%	75%	100%	100%	
18	Revisar sprocket y cadena del movimiento de la 4ta. Maza	MC	Julio Peralta, Vargas y Raguán	0%	0%	60%	60%	
19	Instalar y asentar cuchilla central, soldarle meashert	EM	Monzón y Charuc	0%	80%	100%	100%	
20	Instalar y settear maza cañera	EM	Gonzalo Hernandez	0%	80%	100%	100%	
21	Instalar y settear maza bagacera	EM	Gonzalo Hernandez	0%	80%	100%	100%	
22	Revisar e instalar las tapaderas laterales	EM	Guillen y De la Cruz	30%	100%	100%	100%	
23	Instalar platos fijos	EM	Gonzalo Hernandez	0%	0%	80%	90%	
24	Instalar y settear maza superior	EM	Gonzalo Hernandez	0%	0%	0%	40%	
25	Instalar y settear 4ta maza	EM	Gonzalo Hernandez	0%	0%	100%	100%	
26	Revisar e instalar los cabezotes hidráulicos del molino	EM	Guillen y De la Cruz	0%	50%	50%	50%	
27	Prueba de presión hidráulica de los cabezotes	EM		0%	0%	0%	0%	
28	Revisar estado de las coronas del molino e instalarlas	EM	Guillen y Hernandez	20%	75%	75%	75%	
29	Instalar peine raspador de la maza superior	EM		0%	0%	0%	0%	
30	Instalar peine raspador de la maza bagacera	EM		0%	0%	0%	0%	
31	Verificación de carga de los acumuladores hidráulicos	EM		0%	0%	0%	0%	
32	Revisión de inyectores de coronas	EM	Personal de tritech	15%	15%	15%	15%	
33	Instalar inyectores de coronas y molinos	EM		0%	0%	0%	0%	
34	Desmontaje y montaje de la estructura del eje de mando conductor de caña 2	EM	Jose Guillen	0%	0%	50%	60%	
35	Revisión de acoples y entredos (eje)	EM		0%	0%	0%	0%	
36	Acoplamiento de molinos coronas	EM		0%	0%	0%	0%	
37	Prueba de presión de agua de enfriamiento de chumaceras	EM		0%	0%	0%	0%	

**Fuente: visitas al área de trabajo en Ingenio Madre Tierra**

**Figura 9. Molinos**



**Fuente: Ingenio Madre Tierra**

### 3.5.1.3 Turbinas

A continuación se presenta el mantenimiento actual que se les da a dicho equipo. (Ver figura 10)

**Tabla VI. Descripción actual de mantenimiento a turbinas**

NO.	TURBINA	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Revisar Turbina	MR		0%	0%	0%	0%	
2	Hacer limpieza a la turbina	MR	Julio Peralta	0%	0%	0%	0%	
3	Desmontar carcasa de la turbina	MR		0%	0%	0%	0%	
4	Desmontar rotor de la turbina	MR	Rony Quevedo	0%	0%	0%	0%	
5	Revisar alabes y toberas de la turbina	MR		0%	0%	0%	0%	
6	Revisar y limpiar cojinetes	MR	Personal de tritech	90%	100%	100%	100%	
7	Revisar los anillos y carbones de la turbina	MR	Personal de tritech	50%	90%	90%	90%	
8	Revisar bomba mecánica de lubricación	MR	Personal de tritech	15%	15%	15%	15%	
9	Revisar válvula de vapor	MR	Luis Tanti	15%	15%	15%	15%	
10	Revisar la válvula del disparo	MR	Luis Tanti	15%	15%	15%	15%	
11	Revisar sistema de enfriamiento de turbina	MR	Luis Tanti	15%	15%	15%	15%	

**Fuente: visitas al área de trabajo en Ingenio Madre Tierra**

**Figura 10. Turbina**



**Fuente: Ingenio Madre Tierra**

### 3.5.1.4 Bombas

A continuación se presenta el mantenimiento actual que se les da a dicho equipo. (Ver figura 11)

**Tabla VII. Descripción actual de mantenimiento a Bombas**

NO.	BOMBAS DE JUGO	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Desacoplar bomba del motor	MR	MACO CASTILLO	0%	40%	70%	100%	
2	Realiza limpieza a bombas	MR	MACO CASTILLO	0%	40%	70%	100%	
3	Revisar los cojinetes	MR	MACO CASTILLO	0%	40%	70%	100%	
4	Revisar los retenedores	MR	MACO CASTILLO	0%	40%	70%	100%	
5	Revisar los esteros	MR	MACO CASTILLO	0%	40%	70%	100%	
6	Revisar el impelente de la bomba	MR	MACO CASTILLO	0%	40%	70%	100%	
7	Pintar carcasa de la bomba	MR	MACO CASTILLO	0%	40%	70%	100%	

**Fuente: visitas al área de trabajo en ingenio Madre Tierra**



**Figura 11. Bombas**



**Fuente: Ingenio Madre Tierra**

#### **3.5.1.5 Reductores de velocidad**

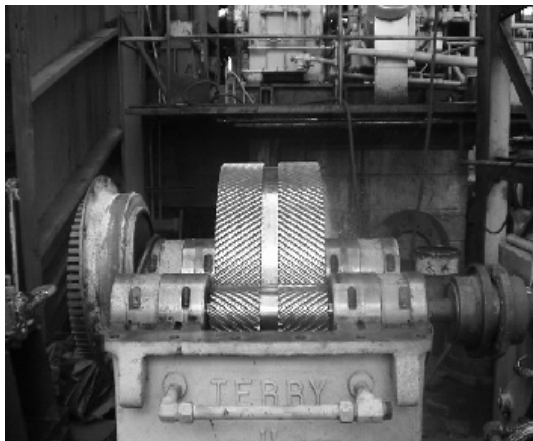
A continuación se presenta el mantenimiento actual que se le da a dicho equipo. Hay que hacer mención que dentro de las áreas de estudio existen cuatro tipos de reductores de velocidad: de alta, intermedios, de baja y reductores en los conductores de Donellys, debido a su similitud en el mantenimiento se presenta lo siguiente. Ver figura 12 Reductor de Alta y 13 reductor de conductor Donellys.

**Tabla VIII. Descripción actual de mantenimiento a reductores de velocidad**

<b>NO.</b>	<b>REDUCTORES</b>	<b>SUPERVISOR</b>	<b>OPERARIO</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Desacoplar reductor de la transmisión	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
2	Desmontar el reductor	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
3	Botar el aceite del reductor	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
4	Realizar limpieza de reductor	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
5	Revisar y limpiar cojinetes	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
6	Revisar retenedores	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
7	Revisar los engranajes de los ejes de entrada, intermedio y salida	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
8	Revisar cunas de reductores	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
9	Revisar catamas de reductores	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
10	Revisar tapaderas laterales de retenedores	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
11	Armar el reductor	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	
12	Aplicar aceite al reductor	MC	JOB LOPEZ	0%	40%	70%	100%	

**Fuente: visitas al área de trabajo en ingenio Madre Tierra**

**Figura 12. Reductor de Alta**



**Fuente: Ingenio Madre Tierra**

**Figura 13. Reductor de Donelly**



### 3.5.1.6 Conductor de caña

A continuación se presenta el mantenimiento actual que se les da a dicho equipo.(Ver figura 14)

**Tabla IX. Descripción actual de mantenimiento a conductores de caña**

No.	CONDUCTOR DE CAÑA #1	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Cambiar angular de sello a conductor de caña	MC	Gumercindo Sanchez	10%	10%	10%	10%	
2	Revisar pistas y vigas del conductor	MC	Ricardo Castillo	90%	100%	100%	100%	
3	Revisar ejes de cola y motriz del conductor de caña	MC	Jose Luis Rodriguez	10%	75%	100%	100%	
4	Revisar sprockets motriz y de cola del conductor de caña	MC	Ricardo Castillo	20%	20%	100%	100%	
5	Reparar faldones en conductores de caña	MC	Gumercindo Sanchez	0%	0%	25%	25%	
6	Reparar barredora del conductor	MC	Gumercindo Sanchez	10%	10%	10%	10%	
7	Revisar unidad hidráulica del conductor	MR		0%	0%	0%	0%	
8	Revisar reductor y acople del conductor	MC	Carlos Baran	20%	20%	100%	100%	
9	Reparar cadena Rexnord 2198 del conductor de caña	MC	Vargas y Raguan	20%	100%	100%	100%	
10	Reparar cortinas de entrada y salida a picadoras	MC	Gumercindo Sanchez	50%	100%	100%	100%	

**Fuente: visitas al área de trabajo en ingenio Madre Tierra**

**Tabla X. Descripción actual de mantenimiento de Donellys**

NO.	CONDUCTOR DONNELLY 2	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Verificar estado de ejes y sprockets del conductor Donelly	MC	José Luis Rodríguez	20%	0%	0%	0%	
2	Cambiar cadena 698 y revisar tabilllas del conductor Donelly	MC	José Luis Rodríguez	0%	0%	0%	0%	
3	Mantenimiento de los reductores del conductor Donelly	MC	Job Lopez Dubon	0%	75%	75%	75%	
4	Verificar y cambiar láminas de fondo, faldones y correderas Donelly	EM	Corado Y Perez	0%	0%	0%	0%	
5	Verificar estado de todos las guias de arguto del Donelly	EM		0%	0%	0%	0%	
6	Instalar la mitad inferior del conductor Donnelly	EM		0%	0%	0%	0%	
7	Instalar la mitad superior del conductor Donnelly incluyendo shute	EM		0%	0%	0%	0%	
8	Instalar cadena Rivertles del Donelly	EM		0%	0%	0%	0%	
9	Instalar tabilllas del Donelly	EM		0%	0%	0%	0%	
10	Alineamiento del reductor e instalación	EM	JOSE RODRIGUEZ	0%	0%	0%	0%	

**Fuente: visitas al área de trabajo en ingenio Madre Tierra**

**Figura 14. Conductor de Caña**



**Fuente: Ingenio Madre Tierra**

### **3.5.1.7 Motores eléctrico**

A continuación se presenta el mantenimiento actual que se les da a dicho equipo. Los motores eléctricos que están en las áreas de estudio son idénticos por lo que a continuación se presenta la forma de llevar a cabo el mantenimiento. Ver figura 15 y 16.

**Tabla XI. Descripción de mantenimiento actual a motores eléctricos**

<b>NO.</b>	<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>	<b>SUPERVISOR</b>	<b>OPERARIO</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Desacoplar motor de la transmisión	RM	Abraham Batz	0%	40%	70%	100%	
2	Realizar limpieza	RM	Abraham Batz	0%	40%	70%	100%	
3	Revisar cojinetes del lado ventilador y transmisión	RM	Abraham Batz	0%	40%	70%	100%	
4	Medir humedad del motor	RM	Abraham Batz	0%	40%	70%	100%	
5	Revisar el estator	RM	Abraham Batz	0%	40%	70%	100%	
6	Revisar el ventilador	RM	Abraham Batz	0%	40%	70%	100%	
7	Armar el motor	RM	Abraham Batz	0%	40%	70%	100%	
8	Pintar el motor	RM	Abraham Batz	0%	40%	70%	100%	

**Fuente: visitas al área de trabajo en ingenio Madre Tierra**

**Figura 15. Motor eléctrico**



**Figura 16. Motor eléctrico sellado**



**Fuente: Ingenio Madre Tierra**

### **3.6 Lubricación**

La lubricación es una de las actividades más importantes en el mantenimiento preventivo. La vida útil del equipo depende en gran parte de una correcta lubricación, pues un alto porcentaje de averías son consecuencia de lubricación defectuosa.

La planificación de la lubricación parte de la información dada por el fabricante de los equipos en cuanto a localización de puntos que necesitan lubricante, periodicidad de aplicación, cambio y limpieza, tipo de lubricante, viscosidad de los mismos, etc.

### 3.6.3 Tipos de lubricación

Dentro de los tipos de lubricación que se utilizan están las grasas y aceites. Los aceites utilizados están compuestos de una base más aditivos, dentro de los tipos de lubricantes usados están: los minerales (que son los derivados del petróleo) y los sintéticos (que son los que se obtienen por medio de destilación). Los aditivos son un paquete de químicos que sirven para mejorar las propiedades del aceite lubricante.

### 3.6.4 Lubricantes usados dentro del ingenio

A continuación se listan los lubricantes usados dentro de las áreas de patio de caña y molinos.

**Tabla XII. Lubricantes usados en el ingenio**

NO.	LUGAR DE APLICACIÓN	LUBRICANTE	
		ACEITE	GRASA
	Acoples de baja, chumaceras		Retinax AM SHELL
	Acoples de alta		Alvania EP-RO
	Chumaceras de transmisión, coronas de molinos		Molub-Alloy 936 Heavy
	Reductores Intermedios	Molub-Alloy 1100/320	
	Catarinas y piñón de transmisión	Molub-Alloy 876 L	
	Turbinas y reductores de alta	Teresso 68	
	Bombas en general	Teresso 100	
	Reductores de Donellys	Shell Omala 220	
	Chumaceras de molinos 4, 5 y 6, anillos rozantes	Spartan EP 680	
	Reductores de alta	Tribol 946AW68	
	Pines de cadenas de conductores		Molub-Alloy 412-1
	Uso general		Multipurpose Grease & W
	Cojinetes de motores eléctricos		SKF LG MT 2/5
	Unidad Hidráulica y conductor de caña	Dexron III Esso	
	Cadenas de transmisión		Molub-Alloy 369 OLF

### 3.7 Formas de aplicación de los lubricantes en el ingenio

Dentro del ingenio específicamente dentro de las áreas de estudio se realizan dos tipos de lubricación: forzada y no forzada; dentro de la lubricación forzada está la que se realiza mediante un mecanismo que puede ser una bomba, enfriador o filtro. Este sistema de lubricación forzada también puede ser por un sistema acoplado al equipo o un sistema de lubricación centralizado; se utiliza el sistema de lubricación centralizado con el método *Lincoln* y *Autocane*.

Dentro de la lubricación no forzada están cuatro formas de realizar la lubricación que se describe en la siguiente tabla:

**Tabla XIII. Tipos de aplicación del lubricante ventajas y desventajas**

<b>Tipo de aplicación</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Equipo</b>
<p><b>Por goteo:</b> en estos se utilizan alimentadores comerciales de aceite suministrado por gotas.</p>	<p>a) Control eficiente del lubricante. b) Aplicación del lubricante es de arriba hacia abajo.</p>	<p>a) El lubricante es rellenado en la copa. b) Provee la distribución del aceite de consumo.</p>	<p>Cajas de chumaceras de picadoras.</p>
<p><b>Por salpicadura de aceite:</b> este sistema es particularmente apropiado para cajas de engranajes lubricadas con aceite</p>	<p>a) El equipo a lubricar no es sumergido completamente. b) Dispersión pareja del lubricante. c) Para velocidades moderadamente bajas.</p>	<p>a) Contaminación del lubricante por desgaste. b) La cantidad del lubricante varía de acuerdo a cada equipo.</p>	<p>a) Reductores de alta. b) Reductores intermedios. c) Reductores de Donellys.</p>

## Continuación

<p><b>Por inmersión:</b> esta se utiliza para aplicaciones a bajas velocidades en las que se tiene un depósito de aceite en el cual se mantiene parcialmente sumergido los engranes de la catarina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Velocidades bajas.</li> <li>b) Control de la cantidad de lubricante.</li> <li>c) Inspección fácil del nivel del lubricante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) No permite grandes fluctuaciones del lubricante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Catarinas.</li> <li>b) Piñones</li> <li>c) Bombas en general.</li> </ul>
<p><b>Lubricación manual:</b> es el más sencillo ya que solamente consta de una engrasadora conteniendo grasa lubricante y una persona para realizar dicha tarea.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Equipo para lubricar es sencillo.</li> <li>b) Para equipos con rejillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Representa desperdicio de lubricante.</li> <li>b) Capacitación a la persona que realiza la tarea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Acoples de baja.</li> <li>b) Chumaceras.</li> <li>c) Cojinetes.</li> <li>d) Pines de cadenas.</li> </ul>

### 3.8 Bodega de materiales

En la bodega de materiales es el lugar donde se almacena todo tipo de materiales (insumos), para realizar el mantenimiento de toda la corporación de Madre Tierra, tanto para el área del ingenio como para todos los departamentos que conforman dicha empresa (talleres, campo, transportes, etc.). Consta de dos edificios; uno, donde están ubicadas las oficinas del departamento de compras y requisiciones y otro donde está específicamente la bodega de materiales.

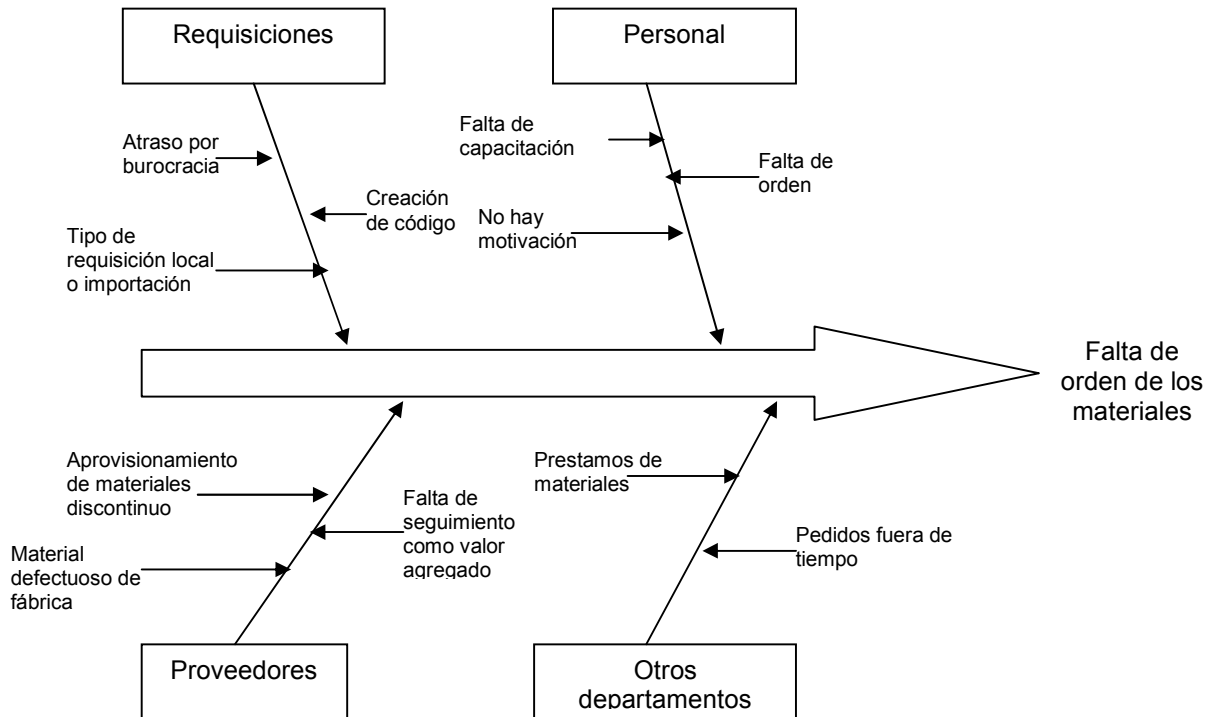


Hoy las bodegas requieren cumplir con ciertas exigencias como:

- a. Ejecutar transacciones más pequeñas
- b. Mayor capacidad de almacenaje
- c. Ofrecer más valor agregado
- d. Proveer mayores servicios de almacenaje
- e. Mayor capacidad de procesamiento e información
- f. Mayor capacidad de recepción

Las bodegas se clasifican de acuerdo a los diferentes tipos de insumos y/o productos que las empresas manejen, estas pueden ser bodega de materiales, bodega de materia prima, bodega de producto terminado, bodega de materiales en proceso. Con lo que respecta al ingenio Madre Tierra se cuenta con una bodega de materiales que es el lugar donde se almacena todos los repuestos para un mantenimiento como cojinetes, retenedores, laminas de acero, tubos de diferente cedula, tornillos, flanges, etc.

**Figura 17. Diagrama causa y efecto bodega de materiales**



### 3.8.4 Manejo

El manejo es la cantidad de los insumos o materiales (repuestos) que se debe de ordenar para tener siempre en bodega de materiales, se tiene que estar muy pendiente de la fecha en que debe realizarse los pedidos y el tiempo en que este tomará en llegar, sin que se llegue a quedar sin materiales para ejecutar el mantenimiento.

En el área de bodega de materiales del ingenio se tiene la desventaja de que a veces las requisiciones y órdenes de compra se atrasan mucho para su autorización (burocracia interna), eso repercute sin duda alguna la llegada del material requerido y por ende atrasa la realización del mantenimiento de los equipos.

### **3.8.5 Almacenaje**

El almacenaje es el acumulamiento físico de los materiales o insumos (repuestos) que están esperando para ser llevados al lugar de trabajo. El método de almacenaje depende del tamaño, cantidad de insumos y de las características físicas de los mismos, el almacenamiento de los materiales en la bodega se realiza mediante estanterías distribuidas en toda el área de dicha bodega, cada estantería identificada con el tipo de material, medida y tamaño lo que para el personal involucrado en la entrega de los insumos le sea más fácil la búsqueda.

### **3.8.6 Requisición de materiales**

La requisición de materiales se hace por medio de pedidos escritos donde se indica la especificación del material requerido, la cantidad, fecha, una descripción en que área pertenece y para qué va hacer utilizado, nombre de quién lo solicita, nombre de quién lo autoriza, un número de cuenta en donde posteriormente se recargará en el presupuesto. A continuación se describe el procedimiento:

- 1 Se envía al departamento de compras para su ingreso
- 2 Se asigna un número de requisición
- 3 Firma de la persona que solicita la requisición
- 4 Aprobación de la gerencia
- 5 Verificar tipo de compra (local o de importación)
- 6 Verificar la compra contra factura
- 7 Ingreso a bodega de materiales

### **3.9 Seguridad industrial**

A continuación se enumeran los diferentes tipos de riesgos que se detectaron en las áreas de patio de caña y molinos, por medio de visitas e inspecciones. Las medidas de seguridad industrial que presenta el ingenio se establecieron por la descripción de los riesgos físicos, químicos y eléctricos entre otros que se tienen en las área del patio de caña y molinos.

#### **3.9.1 Identificación de los riesgos dentro de las áreas de estudio**

Actualmente en el área de patio de caña y molinos se realiza un desempeño eficiente de las labores, pero éste se incrementará con la aplicación de un sistema de seguridad. Sin embargo, no se tiene una aplicación mínima de la seguridad e higiene industrial, se presentan variedad de riesgos en cada una de las áreas, razón por la cual se hace necesaria la descripción de cada uno de ellos. En general se presentan actos inseguros en la falta de una señalización adecuada en las áreas de trabajo, así como en la falta de utilización de equipo de protección personal. Las condiciones ambientales y físicas no guardan las medidas mínimas de seguridad, al presentar condiciones inseguras en cables eléctricos, partes de máquinas, equipo y herramienta mal colocados.

### **3.9.1.1 Riesgos físicos**

Estos se establecieron con base en las visitas a cada una de las áreas de estudio, estos riesgos se presentan con frecuencia en el área de patio de caña y molinos debido a que existen trabajos de soldadura como de mantenimiento que se realizan a ciertas alturas poniendo en riesgo la vida del trabajador al no utilizar equipo de protección personal como cinturones de seguridad, mascarillas, etc.

### **3.9.1.2 Riesgos químicos**

Al igual que el anterior se identificó por medio de visitas a las áreas de estudio, un lugar donde presenta más riesgo es el área de molinos específicamente con los lubricantes que se utilizan para las diferentes chumaceras de las mazas de los molinos, chumaceras de las transmisiones de potencia (reductores de baja), en la lubricación de las coronas de molinos; debido a los diferentes tipos de aplicación de dichos lubricantes, ya que algunos tienden a salpicar y se derraman en el área de trabajo específicamente en el suelo. Esto se evitaría si cada uno de los factores mencionados tuviese una buena protección que evite el derramamiento de los lubricantes.

### **3.9.1.3 Riesgos eléctricos**

Los riesgos eléctricos son perjudiciales para la salud de los trabajadores cuando se trabaja con voltajes muy elevados.

Estos fueron visualizados por visitas hechas a las áreas en estudio, los riesgos se presentan en las dos áreas, en el área donde menos riesgo de este tipo se tienen es el patio de caña, luego en la otra área se presentan riesgos eléctricos en cables aéreos sin protección ya que penden de la viga de acero en este caso de la grúa aérea y en las conexiones de las máquinas de soldar, debido a que dicha conexión en muchas ocasiones esta muy retirada del lugar donde se debe realizar algún trabajo de soldadura.

#### **3.9.1.4 Actos inseguros**

Los trabajadores de la empresa no conocen claramente cuáles son los peligros a los que se exponen mientras realizan sus actividades debido a que estos desarrollan sus labores de forma rutinaria, no se observa que tomen en cuenta las advertencias que se señalan en distintas partes de la maquinaria.

Por falta de información, los trabajadores no conocen las medidas de seguridad específicas que deben tomar en cuenta para el desarrollo de sus actividades, es necesario proporcionar capacitación permanente, que se incluyan temas como: casos de emergencia, tipo de trabajo a desarrollar, equipo de protección personal y riesgos específicos a los que se exponen.

**Tabla XIV. Actos y condiciones inseguras en el área de trabajo**

<b>Actos inseguros</b>	<b>Condiciones inseguras</b>
a. Escaleras con grasa y jugos	a. Falta de señalización en patio de caña.
b. Uso inadecuado de la ropa de trabajo	b. Máquinas en movimiento sin resguardos.
c. Falta de adiestramiento y capacitación	c. No hay acceso seguro la puente grúa.
d. Comer en horas de trabajo fuera de la hora de refacción.	d. No existe baranda en puente grúa.
e. Hacer caso omiso a las instrucciones de trabajo.	e. No hay suficiente iluminación debajo de los conductores de caña.
	f. No existe espacio físico adecuado en los conductores Donellys.

### **3.9.1.5 Accidentes**

La empresa no cuenta en la actualidad con un programa de seguridad e higiene industrial definido debido a que no han ocurrido en ella accidentes muy graves, solo pequeños percances, pero la gerencia está convencida de que existen riesgos y malas actitudes de los trabajadores que pueden ser eliminados fácilmente con la implementación de medidas adecuadas.

Los trabajadores creen que, debido a que tienen experiencia en los trabajos que desempeñan, pueden controlar cualquier problema que se presente, y probablemente así sea, pero hay ciertas actividades que posiblemente ellos no las consideren peligrosas y si lo son, que necesitan que se tomen medidas preventivas para eliminar estos posibles accidentes.

La empresa no cuenta con normas y políticas de seguridad bien definidas, se aplican algunas basadas solamente en la experiencia, cuando se contrata personal para la empresa se da a conocer a cada uno de ellos las reglas que se consideren que son importantes referentes a la seguridad industrial.

Debido a la falta de un programa de seguridad e higiene industrial en la empresa no se tiene datos de los accidentes que ocurren, los cuales existen pero no hay registros para cuantificarlos.

#### **3.9.1.6 Enfermedades**

Una enfermedad de trabajo es en general una enfermedad ocupacional y éstas son consecuencia de la exposición continua y permanente a los agentes agresores del medio de trabajo, los cuales también son peligrosos. Estas enfermedades ocupacionales no son traumáticas, si no que más bien, provocan alteraciones paulatinas en los órganos del cuerpo y en su funcionamiento. Una cortada, una quemadura, etc., son lesiones producidas por un accidente de trabajo, contrariamente a la pérdida de la audición, producida por la exposición sostenida del trabajador a niveles anormales de ruido, es una enfermedad ocupacional. Dentro de la empresa lo que se da comúnmente son cortadas o quemaduras que sufren los trabajadores por realizar un acto inseguro por la falta de seriedad en el área de trabajo o por distraerse, molestar, o hacer bromas fuera de lugar.

Otro factor que puede ser causa de enfermedad dentro del área de estudio es la pérdida de la agudeza visual que un soldador experimenta con el paso del tiempo provocado por la intensidad de la luz producida por el arco eléctrico en la soldadura eléctrica.



### **3.9.1.7 Señalización en áreas de trabajo**

La señalización en las dos áreas de estudio es deficiente ya que no se cuenta con señales adecuadas, solamente señales de uso de casco pero no en cantidades que debería tenerse. En el área de patio de caña no se cuenta con algún tipo de señalización que identifique las áreas de peligro para el trabajador, las dos áreas tienen la necesidad de contar con señales adecuadas, por el tipo de trabajo que se realiza y por el manejo de elementos que provocan accidentes.

La falta de señalización adecuada en el área de molinos puede ocasionar quemaduras al tocar tuberías, maquinaria y elementos de máquinas que trabajan a temperaturas considerables, otro factor importante es que todas las partes en movimiento (fajas, rodillos, poleas, *sprockets*) deben de contar con su respectivo resguardo ya que pueden provocar accidentes, si no se cuenta con una señalización adecuada y el respectivo cuidado de operación.

### **3.9.1.8 Señalización en pasillos**

La señalización en pasillos no está bien definida ya que no se tiene establecido e implementado un sistema de señalización basado en el código de colores. No se tienen establecidas rutas de evacuación, tampoco un punto de acopio de personal.

La señalización debe atraer la atención de los trabajadores, tener una sola interpretación, informar sobre la acción a seguir en cada caso y ser factible de cumplirse en la práctica.

Se debe capacitar a los trabajadores respecto a la señalización para dar a conocer el significado de las señales y avisos colocados dentro de la planta, la señalización está regulada y normada principalmente por medio de colores y la aplicación de los mismos.

### **3.9.2 Higiene**

La higiene industrial es un conjunto de normas y procedimientos que protegen la integridad física y mental del trabajador y que lo preservan de los riesgos inherentes a la tarea a su cargo y al ambiente físico donde son ejecutados.

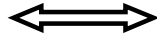
#### **3.9.2.1 Orden**

Dentro de las áreas en estudio se cuenta con orden al momento de realizar el trabajo de mantenimiento, aunque se puede mejorar. Cada trabajador esta consciente de la importancia del orden dentro de cada una de las áreas debido a que el departamento de recursos humanos ha implementado desde el año 2000 un Programa de mejoramiento continuo de la fábrica, bajo el lema DALE FÁBRICA, dicho programa esta basado en la filosofía cinco S de la cultura japonesa de control de calidad, y presenta las siguientes ventajas:

- Es un programa de participación para pequeños grupos.
- Es una vía muy efectiva para mejorar la productividad y el ambiente de trabajo.

A continuación se describe el significado del lema:

*Seiri*



Descartar

Seleccione los objetos innecesarios en el lugar de trabajo y descártelos.

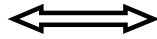
*Seiton*



Acomodar

Acomode los objetos necesarios en buen orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso.

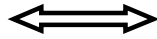
*Seiso*



Limpiar

Limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo en el piso, en las máquinas o en los equipos.

*Seiketsu*



Estandarizar

Establecer y mantener en todo momento, un alto estándar de orden y limpieza en el lugar de trabajo.

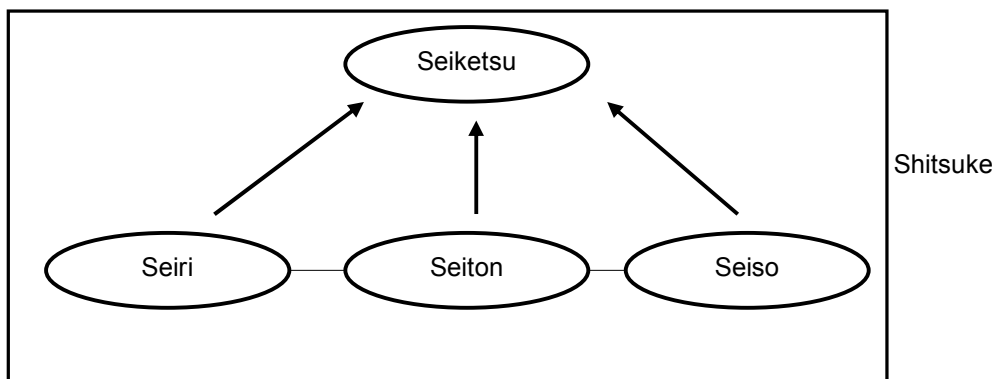
*Shitsuke*



Repetir el ciclo de 5's

Entrenar a la gente para que continúe, con disciplina y autonomía, las prácticas de buen orden y limpieza

**Figura 18. Diagrama de las 5's**



### **3.9.2.2 Limpieza**

La limpieza en general para la planta es un factor crítico, ya que es una planta en la cual el polvo es inevitable debido al proceso de fabricación del azúcar siendo la materia prima principal la caña de azúcar y la planta se encuentra en un área bastante extensa y abierta, dicha materia prima se encuentra al aire libre en el área de patio de caña y cercana al área de molinos que es donde se extrae el jugo de caña y donde se encuentra parte de los trabajadores, el mantener limpio el área de trabajo es una tarea constante para cada uno de los trabajadores, debido a que están conscientes del beneficio que tienen al mantener limpio el área de trabajo.

Otro factor importante que ayuda a la concientización de la limpieza es la aplicación del programa de mejoramiento continuo bajo el lema DALE FÁBRICA, donde se hace conciencia al trabajador que el orden y limpieza es responsabilidad de todos los que están involucrados en el proceso de fabricación del azúcar, ya que se ha distribuido físicamente la responsabilidad en cada área a cada uno de los trabajadores.

## **4. PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

Debido a que el departamento de mantenimiento se encuentra con algunas deficiencias se ha diseñado el programa de mantenimiento basado en las normas establecidas por los fabricantes de los equipos, información proporcionada por los ingenieros, e información y experiencia de los supervisores del ingenio. La recopilación de datos, así como su ordenamiento se llevaron a cabo para tener un control continuo y constante de los equipos.

### **4.1 Organización del departamento de mantenimiento**

La organización y estructura del departamento de mantenimiento se llevó a cabo por medio del diseño de un organigrama para el departamento (ver figura 19), y de un descriptor de puestos y funciones. Se diseñó de acuerdo al personal con que se cuenta en el departamento. Esta organización es indispensable ya que la aplicación de un plan de mantenimiento requiere de una estructura y organización eficiente del área.

### **4.2 Descriptores de puestos y funciones**

Con el fin de lograr la mejor calidad en el departamento de mantenimiento, se han de tomar en cuenta, distintos factores importantes, como por ejemplo el recurso humano. Este deberá ser el apropiado para cada puesto, con el objetivo de fomentar una relación de cooperación entre los directivos y los trabajadores.

**Figura 19. Organigrama propuesto del departamento de mantenimiento**

## **Gerente General**

Encargado de dirigir, administrar, y dictar la política de la empresa, apoyar a los departamentos que lo requieran, toma de decisiones en el momento preciso, representar a la empresa jurídicamente, establecer consensos laborales, aplicación de filosofía administrativa a adoptar. Las características del puesto son:

### **a) Atribuciones del puesto**

Planificar, organizar, dirigir y coordinar las actividades principales o del entorno de la empresa. Dictar medidas y políticas económicas y comerciales que sean convenientes a la empresa. Velar porque el proceso administrativo se cumpla. Planificar y realizar evaluaciones integrales del entorno de la empresa incluyendo el control de calidad. Velar por el desarrollo de la empresa.

Delegar responsabilidad a los mandos medios para que sea efectiva la administración. Formular y dar lineamientos para la ejecución del programa de mantenimiento. Coordinar con los mandos medios la elaboración y ejecución del presupuesto. Crear imagen positiva a la empresa, a través de una planificación.

Rendir informes al consejo administrativo sobre los resultados de la empresa mensualmente. Evaluar permanentemente la organización de la división, y crear mejoras en áreas del crecimiento de la misma y la de sus empleados. Crear estrategias para mejorar la calidad del producto al más bajo costo. Representar a la empresa en toda acción y gestión administrativa. Velar por que la empresa cumpla con todos los requisitos legales y actualizados.

### **b) Relaciones de trabajo**

El Gerente General, tiene relación directamente con la Junta Directiva, e indirectamente con los demás departamentos.

### **c) Autoridad**

El Gerente General, tiene toda la autoridad administrativa, sobre el personal de la empresa, y de manejar y tomar decisiones de todo lo que sea conveniente para el desarrollo de la empresa.

**d) Responsabilidad**

Sacar adelante a la empresa, que su personal responda a las expectativas, así también brindarles a estos un clima laboral agradable, representar en una forma íntegra a la empresa, hacer buen uso el poder cedido. A través de velar por el funcionamiento de su departamento para tener lista en cualquier momento la materia prima, para uso inmediato.

**e) Requisitos mínimos exigibles**

- Educativos; poseer título a nivel universitario, de preferencia estudios en ingeniería con una maestría.
- Experiencia; de 5 años en puesto similar, no necesaria
- Habilidades y destrezas; liderazgo, don de mano, ser convincente, capacidad administrativa, buenas relaciones públicas y humanas, carácter definido, persuasivo, elocuente mediador y negociador, buenas relaciones humanas y públicas. Iniciativa.
- Otros; democrata, participativo, con buena presentación personal, ética y moral

**Superintendente de mantenimiento (Jefe de Maquinaria)**

Planifica, dirige, organiza, supervisa y coordina las actividades del departamento a efecto de garantizar el continuo y buen funcionamiento, conservación y mantenimiento del edificio, instalaciones y equipo del ingenio.

**a) Relaciones de trabajo**

El superintendente de mantenimiento tiene relación directa con la gerencia general, auxiliar de mantenimiento y supervisores de turno (mecánico, soldador, supervisor de montaje y maquinaria).

**b) Autoridad**

El superintendente de mantenimiento autoriza las requisiciones, solicitudes de mantenimiento, exige al personal de mantenimiento el cumplimiento, asistencia y enviar por escrito las amonestaciones a que se hagan acreedores por su falta en el servicio. Con copia a la sección de planillas.



**c) Responsabilidades**

- Velar porque se cumpla con el programa de mantenimiento del área de patio de caña y molinos.
- Mantener informado al gerente respecto de la ejecución de trabajos que se efectúan, debiendo enviar periódicamente un informe de labores llevadas a cabo.
- Elaborar programas de mantenimiento, con base en la experiencia y recomendaciones que aparecen en los manuales técnicos de los fabricantes y velar porque se cumplan en las fechas programadas.
- Recibir reportes de los subalternos, para ejercer un control constante sobre las actividades del departamento de mantenimiento.
- Mantener buenas relaciones con y entre el personal a su cargo, sosteniendo un espíritu de disciplina y dedicación al trabajo.
- Proyectar y planificar mejoras generales en las instalaciones y equipos.

**d) Requisitos mínimos exigibles**

- Estudios en ingeniería mecánica.
- Poseer conocimientos en las áreas de mecánica industrial, electricidad y mantenimiento de equipos.
- Buenas relaciones interpersonales.
- Acreditar tres años de experiencia en actividades a fines del puesto.
- Habilidad para la toma de decisiones en situaciones difíciles.
- Capacidad de influenciar al personal.
- Capacidad concertadora e integradora.

**Jefe de mantenimiento molienda**

Asistir al superintendente de mantenimiento, en la supervisión del personal y el apoyo logístico de compras y suministros de material y repuestos básicos en las tareas de mantenimiento en patio de caña y molinos.

**a) Relaciones de trabajo**

El jefe de molienda tiene relación directa con el superintendente de mantenimiento, con los supervisores, personal operativo y de limpieza.

**b) Autoridad**

- Exigir al personal del departamento el cumplimiento y asistencia a los programas establecidos de mantenimiento.
- Amonestar a los operarios que cometan faltas e informar por escrito al jefe del departamento.
- Mantener actualizados los trabajos de mantenimiento realizados y/o efectuados.
- Trasladar la documentación a donde se asigne llevarla.

**c) Responsabilidades**

- Sustituir al superintendente de mantenimiento durante su ausencia.
- Apoyar a la jefatura del departamento para que por medio de su gestión se cumplan los trabajos de mantenimiento.
- Informar al superintendente de mantenimiento de cualquier anomalía que se presente entre el personal operativo.
- Ayudar a la viabilización y ejecución de las órdenes de trabajo.
- Coordinar las comisiones del personal que efectúan los servicios de mantenimiento, basados en el programa elaborado para las áreas correspondientes.
- Otras que el superintendente le asigne.

**d) Requisitos mínimos exigibles**

- Estudios de ingeniería
- Experiencia en el ramo, comprobable
- Buenas relaciones interpersonales
- Conocimientos básicos de administración
- Capacidad de influenciar en el personal
- Capacidad concertadora e integradora

## Continuación

### **Supervisores**

Son los encargados de verificar que se cumpla el programa de mantenimiento dentro las áreas de patio de caña y molinos; y de la ejecución del mantenimiento programado y montaje de nuevos proyectos, supervisión del ingreso de personal en cada uno de sus turnos y el control de las horas extras del personal a su cargo. Debe existir dentro del departamento de mantenimiento supervisor de montaje, de soldadores, de maquinaria, de mecánicos, de taller industrial y supervisor en cada uno de los turnos que se trabajan en el ingenio Madre Tierra.

Otro de los atributos de los supervisores es de realizar un reporte diario de los trabajos de mantenimiento, comprobar el funcionamiento de la maquinaria y el mantenimiento de la misma para su satisfactoria operación.

#### **a) Relaciones de trabajo**

Principalmente con el superintendente de mantenimiento y auxiliar de mantenimiento, con sus subalternos inmediatos, con los operarios de los otros departamentos y con la gerencia general.

#### **b) Autoridad**

Tienen toda la autoridad para dirigir al personal a su cargo dentro del departamento de mantenimiento.

#### **c) Responsabilidad**

Es el responsable de que se cumplan los programas de mantenimiento diarios y velar porque la maquinaria este en buenas condiciones. Solicitar inmediatamente el mantenimiento o reparación de la maquinaria, y velar porque el personal a su cargo cumpla con sus funciones.

#### **d) Requisitos mínimos exigibles**

- Educativos; saber leer y escribir
- Experiencia; tener liderazgo, 4 años en puestos similares, poseer algún título de

## Continuación

nivel medio o técnico universitario.

- Habilidades y destrezas; capacidad de análisis, don de mando, toma de decisiones, supervisión, iniciativa y dirección.
- Otros; ser higiénico, tener buenas relaciones interpersonales y buena presentación.

### **Mecánico general**

Ejecutar las actividades de mantenimiento mecánico que en cada área se presenten (patio de caña y molinos), o que para el efecto se le haya asignado previamente, apoyo logístico para la solicitud de materiales y/o partes de maquinaria y equipo que se tenga necesidad de adquirirlos.

#### **a) Relaciones de trabajo**

El mecánico tiene relación directa con el supervisor de mantenimiento mecánico.

#### **b) Autoridad**

El mecánico general tiene autoridad sobre el ayudante que tiene a su disposición.

#### **c) Responsabilidad**

- Velar por el correcto funcionamiento de todos los equipos mecánicos, hidráulicos, de máquinas de vapor y operación de las áreas de patio de caña y molinos.
- Prestar colaboración con los programas de adiestramiento que se llevan a cabo,
- Ejecutar los trabajos de mantenimiento asignados eficaz y eficientemente en el menor tiempo posible.
- Velar por la existencia, cuidado y buen manejo de la herramienta.

#### **d) Requisitos mínimos exigibles**

- Bachiller industrial y perito en mecánica de mantenimiento (opcional)
- Técnico en mantenimiento industrial
- Experiencia en mantenimiento de equipo mecánico
- Disponibilidad de horario

**Ayudante de mecánico**

Velar por la conservación y buen funcionamiento de los equipos existentes en el área mecánica, bajo la supervisión del mecánico y colaborar con éste, en lo que se le demande.

**a) Responsabilidad**

- Ayudar o asistir a los trabajos de mantenimiento y reparación de la parte mecánica de los equipos y maquinaria.
- Facilitar la rápida prestación de herramienta para un trabajo eficiente de mantenimiento.
- Efectuar otros trabajos que le asigne el jefe inmediato superior.
- Disponibilidad de horario.

**b) Requisitos mínimos exigibles**

- Técnico en mecánica de mantenimiento (no indispensable)
- Conocimiento en el ramo de mantenimiento industrial
- Experiencia no indispensable
- Buenas costumbres
- Buenas relaciones interpersonales

**Soldador**

Es el encargado de elaborar los trabajos de soldadura y corte, interpretando y haciendo realidad los diseños e ideas en el área de patio de caña y molinos. Efectuar asimismo soldaduras especiales donde sean requeridas.

## Continuación

### a) Relaciones de trabajo

El soldador tiene relación directa con el supervisor de soldadura.

### b) Autoridad

El soldador tiene autoridad sobre el ayudante que tiene a su cargo.

### c) Responsabilidad

- Realizar a los equipos las reparaciones de soldadura que presente en su estructura, dependiendo de los reportes realizados por los supervisores de las áreas de patio de caña y molinos.
- Realizar los trabajos de soldadura de alto grado de dificultad y no pueden ser solucionados por los mecánicos de mantenimiento de las áreas de patio de caña y molinos.
- Realizar conjuntamente con el supervisor de soldadura, los pedidos con anticipación de los insumos requeridos para lograr una reparación eficiente durante el período de zafra.
- Es responsable del equipo de soldadura SAO y SAE y de las herramientas.
- Es responsable de efectuar reparaciones de alta calidad, reportar directamente al supervisor de soldadura.

### d) Requisitos mínimos exigibles

- Poseer título de bachiller industrial y perito en soldadura, o poseer certificado de aptitud profesional en soldadura del Intecap o equivalente.
- Experiencia mínima de 3 años en el ramo de soldadura.
- Buenas relaciones interpersonales.

### Ayudante de soldador

Velar por la conservación y buen funcionamiento de los equipos existentes en el área de soldadura, bajo la supervisión del soldador y colaborar con éste, en lo que se le demande.

## Continuación

### c) Responsabilidad

- Ayudar o asistir a los trabajos de mantenimiento y reparación en la parte de soldadura de los equipos y maquinaria.
- Facilitar la rápida prestación de herramienta para un trabajo eficiente de mantenimiento.
- Efectuar otros trabajos que le asigne el jefe inmediato superior.
- Disponibilidad de horario.

### d) Requisitos mínimos exigibles

- Conocimiento en el ramo de soldadura
- Experiencia no indispensable
- Buenas costumbres
- Buenas relaciones interpersonales

## Electricista

Ejecutar las actividades de mantenimiento eléctrico que se presenten o para el efecto, que le han sido asignados previamente, apoyo logístico para la solicitud de materiales que se deban adquirir.

### a) Relaciones de trabajo

El electricista tiene relación directa con el supervisor de área eléctrica.

### b) Autoridad

El electricista tiene autoridad sobre el ayudante que tiene a su cargo.

## Continuación

### c) Responsabilidad

- Velar por el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos en las áreas de patio de caña y molinos.
- Prestar colaboración con los programas de adiestramiento que se llevan a cabo.
- Ejecutar los trabajos asignados eficaz y eficientemente en el menor tiempo posible.
- Velar por el cumplimiento de los planes y programas de mantenimiento.
- Reportar inmediata y periódicamente al jefe del departamento cualquier situación que amerite su intervención.
- Velar por la existencia, cuidado y buen manejo de la herramienta.

### d) Requisitos mínimos exigibles

- Bachiller industrial y perito en electricidad o técnico en electricidad o poseer certificado de aptitud profesional del Intecap.
- Experiencia en puestos afines.
- Disponibilidad de horario.
- Buenas relaciones interpersonales.

### Ayudante de electricista

Velar por la conservación y buen funcionamiento de los equipos en existencia en el área de electricidad, bajo la supervisión del electricista y colaborar con éste en lo que se le demande.

### a) Responsabilidad

- Ayudar y asistir en trabajos de mantenimiento eléctrico y reparación de la parte eléctrica de los equipos del área patio de caña y molinos.
- Facilitar la rápida prestación de la herramienta, para un trabajo eficiente de mantenimiento.
- Efectuar otros trabajos que le asigne el jefe inmediato superior.
- Disponibilidad ante cualquier emergencia de mantenimiento.



## Continuación

### **b) Requisitos mínimos exigibles**

- Técnico en electricidad
- Conocimientos básicos en electricidad industrial
- Experiencia en el ramo
- Buenas costumbres
- Buenas relaciones interpersonales
- Disponibilidad de horario

### **4.3 Estandarización de las actividades de mantenimiento**

Las actividades de mantenimiento deben ser estandarizadas por diferentes razones, entre ellas:

- No pueden ser ejecutadas efectivamente si cada quién las lleva a cabo como mejor le parezca.
- Muchas de las técnicas y destrezas de mantenimiento llevan largo tiempo para ser ejecutadas adecuadamente.
- El trabajo de mantenimiento es menos efectivo que el de producción pues es menos repetitivo.

La estandarización dirige estos problemas incorporando manuales. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores, incluyendo los nuevos, hagan el trabajo que previamente fue hecho por trabajadores con experiencia. Esta capacidad de entrenar e involucrar individuos en el trabajo de mantenimiento es clave para desarrollar un programa eficiente de mantenimiento. Los estándares se deben revisar al menos una vez al año.

### **4.4 Programa de mantenimiento**

Para programar los trabajos de mantenimiento o actividades de mantenimiento, el superintendente de mantenimiento se apoya en la experiencia técnica del fabricante y del distribuidor del equipo, del personal de mantenimiento y de su propia experiencia. Estas experiencias y conocimientos son los que dictan qué es lo que hay que hacer y cada cuándo hay que hacerlo en los equipos.

Esta programación coordina las actividades de mantenimiento, con un calendario y/o calendarización de actividades. Esta programación ayudará a establecer prioridades en la atención de equipos, a distribuir las cargas de trabajo del personal de mantenimiento, a controlar oportunamente las existencias de partes, de materiales y de lubricantes, para cada trabajo, a determinar las características de conocimientos y destrezas necesarias en el personal y a proveer las herramientas y equipos indispensables para la realización del mantenimiento.

A partir de esta programación se pueden sacar conclusiones para determinar si las frecuencias de inspección y las actividades de mantenimiento realizadas son las adecuadas técnica y económicamente, teniendo bases para la evaluación de la operación de un sistema de mantenimiento.

#### **4.4.1 Clasificación de las tareas a realizar para el mantenimiento**

El programa de mantenimiento en las áreas de patio de caña y molinos se dividen en cuatro actividades que son:

- mecánicas
- instrumentación
- eléctricas
- lubricación

Pudiendo con esto diferenciar el oficio del trabajador al que se le debe asignar una tarea específica.

Seguidamente, dependiendo del tipo de trabajo que se va a efectuar, se agrupan en:

- Verificaciones: aquellas tareas que consistan en comprobar el correcto funcionamiento de un componente o sub-equipo determinado.
- Limpiezas: todas las tareas destinadas a mantener los componentes sub-equipos libres de cualquier suciedad o impureza que perjudique su correcto funcionamiento.
- Lubricaciones: tareas encaminadas a garantizar la correcta lubricación de los componentes, para evitar el excesivo desgaste y deterioro de las piezas.
- Cambios: sustitución de repuestos usados por nuevos, tomando como referencia las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

#### **4.4.2 Clasificación de las frecuencias de ejecución de tareas**

La determinación de las frecuencias de los trabajos o tareas de mantenimiento constituye una herramienta de ayuda para el programador o coordinador de mantenimiento. En el cual se puede basar para realizar la distribución adecuada de los recursos limitados que tengan disponibles, obviamente comenzando por aquellas tareas que tengan la prioridad más alta. La frecuencia de tiempo con que se deben realizar las distintas tareas de mantenimiento se manejará de acuerdo a las recomendaciones de los proveedores de equipos, especificados claramente en los catálogos o manuales.

### 4.4.3 Lista de tareas del mantenimiento

**Tabla XVI. Lista de tareas de mantenimiento a realizar**

DESCRIPCIÓN	TIPO	EQUIPO	EJECUTA	EQUIPO PARA DO	D	Sa	M	Se	A
<b>Mesas de Caña</b>									
Revisar desgaste en los dientes de los sprockets	mecánico	Transmisión	mecánico	no				x	
Desmontar cadenas de arrastre y hace limpieza	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
lavar cadenas de transmisión	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
revisar chumaceras y eje motriz	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
inspeccionar partes laterales y plataforma de la mesa	mecánico	Mesa de caña	mecánico	si				x	
revisar conductor de malla, eje motriz y de cola	mecánico	Mesa de caña	mecánico	si				x	
revisar cojinetes de chumaceras y limpiarlos	mecánico	Mesa de caña	mecánico	si				x	
revisar bomba hidráulica y accesorios	mecánico	Hidráulico	mecánico	no			x		
revisar el eje del nivelador de caña	mecánico	Mesa de caña	mecánico	si				x	
revisar eje de cola y revisar anillos guías	mecánico	Mesa de caña	mecánico	si				x	
<b>Grúas Hilo</b>									
Revisar y reparar estructura de grúa hilo	soldadura	Patio de caña	soldador	si				x	
Revisar pistones hidráulicos de grúa hilo	mecánico	Hidráulico	mecánico	si				x	
Revisar poleas, cables, chuchos, balancines, etc. de grúa hilo	mecánico	Patio de caña	mecánico	si				x	
Estado de aceite de la unidad hidráulica de la grúa hilo	mecánico	Hidráulico	mecánico	no	x				
pintar grúa y sus componentes		Patio de caña	operador	no				x	
<b>Conductores de caña</b>									
Cambiar angular de sello a conductor de caña	soldadura	Conductor	soldador	si				x	
Revisar pistas y vigas del conductor	mecánico	Conductor	mecánico	si				x	
Revisar ejes de cola y motriz del conductor de caña	mecánico	Conductor	mecánico	si				x	
Revisar sprockets motriz y de cola del conductor de caña	mecánico	Conductor	mecánico	si				x	
Reparar faldones en conductores de caña	soldadura	Conductor	soldador	si				x	
Reparar barredora del conductor	soldadura	Conductor	soldador	si				x	
Revisar unidad hidráulica del conductor	mecánico	Hidráulico	mecánico	si				x	
Revisar reductor y acople del conductor	mecánico	Conductor	mecánico	si				x	
Reparar cadena Rexnord 2198 del conductor de caña	mecánico	Conductor	mecánico	si				x	
Reparar cortinas de entrada y salida a picadoras	soldadura	Conductor	soldador	si				x	
<b>Picadoras</b>									
Revisar soportes de la picadora	mecánico	alimentación	mecánico	si				x	
Revisar cojinetes y acoples de la picadora	mecánico	alimentación	mecánico	si				x	

## Continuación

Instalar cuchillas de la picadora	mecánico	alimentación	mecánico	si				x	
<b>Verificar vibración de picadora</b>	mecánico	alimentación	mecánico	no		x			
<b>Verificar temperatura de chumaceras</b>	mecánico	alimentación	mecánico	no	X				
<b>Fuerza Motriz (Turbinas)</b>									
revisión anillos de carbón	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
toma de temperatura	mecánico	Transmisión	operario	no	x				
verificar la presión	mecánico	Transmisión	operario	no	x				
inspeccionar los cojinetes	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
inspeccionar la válvula del gobernador	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
Revisar el gobernador	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
Revisar el sistema de lubricación	mecánico	Transmisión	mecánico	si		x			
<b>Revisar el sistema de enfriamiento</b>	mecánico	Transmisión	mecánico	no		x			
<b>Reductores de alta</b>									
revisar cojinetes de entrada	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
revisar cojinetes de salida	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
verificar el juego axial de los cojinetes	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
revisión de bomba de lubricación mecánica	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
revisión de bomba auxiliar de lubricación	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
revisión del manómetro	mecánico	Transmisión	operario	no			x		
<b>Reductores intermedios</b>									
revisar cojinetes de entrada	mecánico	Transmisión	mecánico	si					x
revisar cojinetes intermedios	mecánico	Transmisión	mecánico	si					x
revisar cojinetes de salida	mecánico	Transmisión	mecánico	si					x
verificar el juego axial de los cojinetes	mecánico	Transmisión	mecánico	si					x
revisión de bomba de lubricación mecánica	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
revisión de bomba auxiliar de lubricación	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
revisión de los filtros de enfriamiento	mecánico	Transmisión	mecánico	no		x			
revisión del manómetro	mecánico	Transmisión	operario	no			x		
<b>Reductores de baja</b>									
Limpieza general	mecánico	Transmisión	operador	si				x	
cambio de aceite lubricante	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
calibrar chumaceras	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
<b>Motor-reductores</b>									
inspeccionar la alineación del motor	eléctrico	motor	electricista	no		x			
revisar el amperaje y sistema eléctrico general	eléctrico	motor	electricista	no	x				
extraer e inspeccionar los rodamientos	eléctrico	motor	electricista	si				x	
lavar el rotor y estator con gasolina	eléctrico	motor	electricista	si				x	
secar el estator y rotor por medio de reflectores infrarrojos	eléctrico	motor	electricista	si				x	
realizar prueba de aislamiento a las bobinas	eléctrico	motor	electricista	si				x	
Limpieza general de motores	eléctrico	motor	electricista	no	x				
desmontar e inspeccionar las piezas de los reductores	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
revisar los cojinetes y retenedores	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	

## Continuación

verificar el juego axial de los cojinetes de reductores	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
verificar la alineación de los reductores	mecánico	Transmisión	mecánico	no	x				
llenar la caja de lubricación del reductor con aceite	mecánico	Transmisión	mecánico	si				x	
verificar la temperatura de los reductores	mecánico	Transmisión	mecánico	no	x				
realizar limpieza general a reductores	mecánico	Transmisión	mecánico	no	x				
<b>Bombas</b>									
limpieza general y revisar prensa estopas de bombas	mecánico	bomba	mecánico	no	x				
revisar ruidos característicos	mecánico	bomba	mecánico	no	x				
inspeccionar uniones maleables	mecánico	bomba	mecánico	no			x		
verificar la carcasa para ver si hay corrosión	mecánico	bomba	mecánico	si				x	
revisar impulsores (ver corrosión o cavitación)	mecánico	bomba	mecánico	si				x	
comprobar ajuste entre el impulsor y anillos	mecánico	bomba	mecánico	si		x			
verificar eje de los cuñeros	mecánico	bomba	mecánico	no		x			
cambiar estopas de bombas	mecánico	bomba	mecánico	si		x			
inspeccionar los rodamientos	mecánico	bomba	mecánico	si				x	
<b>Verificar el nivel de aceite</b>	mecánico	bomba	engrasador	no	x				
<b>Válvulas en general</b>									
limpieza general y revisar que no existan fugas	mecánico	válvulas	operario	no			x		
Verificación de dispositivos neumáticos	mecánico	sistema neumático	instrumentista	si			x		
Verificación de fugas en tuberías y válvulas	mecánico	general	instrumentista	no			x		
limpieza de panel eléctrico	eléctrico	panel eléctrico	electricista	si			x		
limpieza cableado eléctrico externo	eléctrico	Sistema Eléctrico	electricista	no			x		
verificar fugas internas de válvulas del sistema	mecánico	general	mecánico	si				x	
limpieza de variadores	eléctrico	panel eléctrico	electricista	si				x	
calibración de componentes electrónicos	electrónica	general	instrumentista	si				x	
Rectificar las cuatro mazas	mecánico	molino	tornero	si				x	
Maquinar el virador de la cuchilla central	mecánico	molino	tornero	si			x		
Maquinar el virador de la 4ta. Maza	mecánico	molino	tornero	si				x	
Maquinar el peine de la maza superior	mecánico	molino	tornero	si				x	
Maquinar el peine de la maza bagacera	mecánico	molino	tornero	si				x	
Aplicar soldadura azucar 80 a las mazas	soldadura	molino	soldador	si			x		
Aplicar soldadura UTP 81 a las mazas	soldadura	molino	soldador	si			x		
Aplicar soldadura UTP 86 a las mazas	soldadura	molino	soldador	si			x		
Aplicar soldadura UTP 61 a las mazas	soldadura	molino	soldador	si			x		
Revisar recubrimiento de acero inoxidable de las virgenes	soldadura	molino	soldador	si				x	
Centrar soporte del puente del molino	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Verificar estado del puente del molino	soldadura	molino	soldador	si				x	
Verificar estado de los platos fijos y flanges de	soldadura	molino	soldador	si				x	

## Continuación

Revisar las chumaceras de la maza superior	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Revisar las chumaceras de la maza cañera	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Revisar las chumaceras de la maza bagacera	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Revisar las chumaceras de la 4ta. Maza	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Revisar sprocket y cadena del movimiento de la 4ta. maza	mecánico	molino	mecánico	si			x		
Instalar y asentar cuchilla central, soldarle meashert	soldadura	molino	soldador	si				x	
Instalar y settear maza cañera	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Instalar y settear maza bagacera	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Revisar e instalar las tapaderas laterales	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Instalar platos fijos	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Instalar y settear maza superior	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Instalar y settear 4ta maza	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Revisar e instalar los cabezotes hidráulicos del molino	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Prueba de presión hidráulica de los cabezotes	mecánico	molino	mecánico	no				x	
Revisar estado de las coronas del molino	mecánico	molino	mecánico	si			x		
Instalar peine raspador de la maza superior	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Instalar peine raspador de la maza bagacera	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Verificación de carga de los acumuladores hidráulicos	mecánico	molino	mecánico	si				x	
Revisar inyectores de coronas	mecánico	molino	Tritech	no			x		
Instalar inyectores de coronas y molinos	mecánico	molino	Tritech	no			x		
Revisión de acoples y entredos (eje)	mecánico	molino	mecánico	si			x		
Instalar acoples molinos coronas y transmisiones	mecánico	molino	mecánico	si			x		
Prueba de presión de agua de enfriamiento de chumaceras	mecánico	molino	mecánico	no				x	
Verificar temperatura de chumaceras	mecánico	molino	mecánico	no	x				

## Propuesta de las tareas de mantenimiento por Byron Ixpatá

D = diario

Sa = semanal

M = mensual

Se = semestral

A = anual



## 4.5 Tipos de lubricación

La lubricación es de vital importancia en un ingenio azucarero, los costos de lubricación están dentro de los gastos del departamento de mantenimiento; por esto se debe optimizar la utilización de los lubricantes, respetando las necesidades de los equipos y las propiedades de los diferentes lubricantes.

### 4.5.1 Cálculo de la aplicación del lubricante al equipo

Una manera de tener un control sobre la cantidad de lubricantes usados en los equipos de trabajo es necesario tener un adecuado uso de dichos lubricantes; para poder medir la cantidad del lubricante que se usa en un equipo se presenta la siguiente fórmula:

$$G = 0.005 * D * B$$

Donde:

G = cantidad de lubricante en gramos

D = diámetro exterior del espacio a lubricar, en mm

B = ancho del espacio a lubricar, en mm

Ejemplo de cálculo de lubricante para un cojinete

Diámetro exterior a lubricar: 19 mm

Ancho del espacio a lubricar: 5 mm

$$G = 0.005 \times 19 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = \mathbf{0.475 \text{ gr de lubricante}}$$

## **4.6 Administración del mantenimiento**

Para poder administrar de una manera eficiente las distintas actividades de mantenimiento en las áreas de patio de caña y molinos se sugiere utilizar formatos para tener un mejor control del mantenimiento, que dependiendo del caso se emplearán para delegar las tareas y llevar un registro detallado de las mismas.

### **4.6.1 Órdenes de trabajo**

Es un documento identificado con un número correlativo individual e irrepetible que se utiliza para asignar una tarea de mantenimiento determinada, en el cual se debe especificar entre otras cosas, el componente en el que se debe trabajar, el tipo de trabajo a realizar (mecánico, instrumentista, eléctrico o de lubricación entre otros), la descripción de la tarea a realizar, la(s) persona(s) que deberá(n) realizar la tarea, el tiempo estimado de realización y los repuestos e insumos que se deberán utilizar. Quién efectuó un trabajo asignado por medio de una orden de trabajo será responsable de reportar en la misma los pormenores de la ejecución del trabajo, fecha de ejecución, tiempo de ejecución del trabajo, repuestos utilizados y observaciones si las hubiese.

Será de vital importancia que los datos que reporten las personas a las que se le asigne una orden de trabajo sean verídicos y exactos para poder obtener una correcta retroalimentación de información y llevar un registro adecuado.

Un modelo para elaborar el formato de la orden de trabajo se muestra en la figura 20

#### **4.6.2 Solicitudes de trabajo**

Es un documento identificado con un número correlativo individual e irrepetible, que se utiliza para reportar un desperfecto o fallo de cualquiera de los componentes del patio de caña o molinos, y que necesite de un trabajo de mantenimiento. En dicho documento se deberá registrar la siguiente información:

- Fecha de solicitud
- Componente o sub-equipo dañado
- Descripción de trabajo solicitado
- Nombre de quien solicita el trabajo

Un modelo para elaborar el formato de la solicitud de trabajo se muestra en la figura 21

**Figura 20. Formato de orden de trabajo**

LOGO DE LA EMPRESA		No. _____	
<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ORDEN DE TRABAJO</b>			
Preventiva <input type="checkbox"/>	Correctiva <input type="checkbox"/>	Emergencia <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
Fecha de solicitud:		No. asignados:	
Solicitado por:		Asignación 1:	
Prioridad:		Asignación 2:	
Área:		Equipo:	
Sistema	Descripción	Tiempo prog.	Tiempo real
Procedimiento:			
Notas de seguridad industrial			
<b>Repuestos</b>			
Código	Descripción	Cantidad Usada	Precio
Observaciones:			
Pendiente por: FM, FT, PP, FH, E, O		FM (falta de materiales), FT (falta tiempo) PP (por producción), FH (Falta herramienta), E (emergencia), O (Otros)	
Tipo de trabajo: Fecha prog. Inicio: Fecha prog. Final:		Hora de inicio: Hora de finalización:	
_____	_____	_____	
Jefe de Mantenimiento	Supervisor de Mantenimiento	Recibido por	

Propuesta para el plan de mantenimiento por Byron Ixpatá Reyes

**Figura 21. Formato de solicitud de trabajo**

LOGO DE LA EMPRESA	No. _____	
<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SOLICITUD DE TRABAJO</b>		
<b>Solicita</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Interno</b>
Producción <input type="checkbox"/> sistema <input type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	Rojo <input type="checkbox"/> Verde <input type="checkbox"/>	Ingresar al Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Área:		
Equipo:		
Trabajo que solicita:		
Observaciones		
Nombre de quien solicita:		Fecha de solicitud:
_____ Solicita		_____ Recibe

Propuesta para el plan de mantenimiento por Byron Ixpatá Reyes

## **4.7 Control del mantenimiento**

Para el control del mantenimiento se sugiere utilizar formatos para llevar un registro y supervisión de las tareas de mantenimiento.

### **4.7.1 Formatos o archivos de registro de mantenimiento**

Son documentos diseñados para poder llevar el control de toda la información relacionada con las distintas tareas de mantenimiento efectuadas en las áreas de patio de caña y molinos. Se recomienda que estos formatos sean ingresados digitalmente a un programa de cómputo, para tener facilidad de acceso y organización. Teniendo en cuenta que será necesario elaborar respaldos o back up's de esta información con cierta periodicidad para tener seguro no perder información por problemas técnicos con el equipo de computación.

#### **4.7.1.1 Ficha técnica**

Es la recopilación de la información general de los equipos en estudio, en este documento se encuentran los datos más importantes. Deberá ser elaborado antes de poner en funcionamiento el equipo y servirá de referencia para obtener información de sus distintos componentes y repuestos. (Ver formato en la figura 22).

La información que se debe incluir en la ficha técnica es la siguiente:

- a. Nombre del equipo: código interno, localización, área, marca, número de serie, modelo, tipo.
- b. Repuestos recomendados en general: descripción, tipo, código, cantidad recomendada de almacenaje o *stock*.

- c) Listado de información de sub-equipos (descripción, marca, número de serie, modelo, fabricante, proveedor, fecha de inicio de marcha, costo inicial, repuestos recomendados).

Para el caso de los repuestos de sub-equipos y componentes que no se cuenta con información detallada, será necesario contactar con los distintos proveedores para solicitarles dichos datos, y después agregarlos a la ficha técnica.

**Figura 22. Formato de ficha técnica**

NOMBRE DE LA EMPRESA	FICHA TÉCNICA DE CONTROL	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
INFORMACIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS		
<p>CÓDIGO INTERNO:                  LOCALIZACIÓN:                  DEPARTAMENTO:                                  FABRICANTE:                  MARCA:    TEL/FAX:                  MODELO:    PROVEEDOR:                  No. DE SERIE:    TEL/FAX:                  FECHA DE COMPRA:    COSTO:                  FECHA DE INSTALACIÓN:    TIEMPO DE GARANTÍA:</p>		
REPUESTOS RECOMENDADOS		
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Nombre del responsable:		

Propuesta para el plan de mantenimiento por Byron Ixpatá Reyes



#### **4.7.1.2 Control de órdenes de trabajo**

En este archivo, se llevará un control detallado de los trabajos de mantenimiento que se efectúen a los equipos de patio de caña y molinos asignados mediante una orden de trabajo. Servirá para poder llevar a cabo evaluaciones de rendimiento y eficiencia de los distintos trabajos efectuados. Los datos que contienen el formato de control de ordenes de trabajos son los siguientes:

- a) Número de orden de trabajo
- b) Fecha de realización
- c) Equipo o sub-equipo
- d) Nombre(s) de la(s) persona(s) involucradas en el trabajo
- e) Tiempo estimado
- f) Tiempo de realización (real)
- g) Si la orden fue o no realizada
- h) El motivo por lo que una orden no fue realizada
- i) Observaciones

**Figura 23. Formato de control de ordenes de trabajo**

No. Orden	Fecha	Componente	Ejecutado por	Tiempo Est.	Tiempo real	Efectuada	Motivo	Observaciones

Propuesta para el plan de mantenimiento por Byron Ixpatá Reyes

#### 4.7.1.3 Historial de órdenes de trabajo

El historial es un archivo por mes en el cual se documentará en forma cronológica la información más importante de los distintos trabajos de mantenimiento que se han efectuado en los equipos. Los datos que se registrarán son los siguientes:

- a) Fecha en la que se efectuó el trabajo
- b) Equipo o sub-equipo en el que se trabajó
- c) Tipo de trabajo efectuado: mantenimiento preventivo, correctivo, emergencia.
- d) Descripción del trabajo

- e) Cantidad de personas que realizaron el trabajo, su especialidad u oficio.
- f) Tiempo estimado en horas de duración del trabajo.
- g) Descripción, cantidad y costo de los repuestos empleados.
- h) Observaciones.

**Figura 24. Formato de historial de órdenes de trabajo**

FECHA:				
SISTEMA:				
COMPONENTE:				
TIPO DE TRABAJO:				
TIEMPO DE EJECUCIÓN:				
DESCRIPCIÓN:				
CANTIDAD DE TRABAJADORES			PUESTO	
REPUESTOS				
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOT
COSTO DE REPUESTOS				
OBSERVACIONES				

Propuesta para el plan de mantenimiento por Byron Ixpatá Reyes

#### 4.7.1.4 Control de paro

Este es otro archivo que se llevará por mes, y en el cual se registrará cronológicamente la información detallada de los distintos paros que se han producido en los equipos debido a problemas mecánicos. La información a recopilar será la siguiente:

- a) Fecha de paro
- b) Nombre del componente que provocó el paro
- c) Descripción del motivo del paro
- d) Duración en minutos del paro
- e) observaciones

**Figura 25. Formato de control de tiempo de paro**

FECHA	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN DEL MOTIVO DEL PARO	DURACIÓN	OBSERVACIONES

Propuesta para el plan de mantenimiento por Byron Ixpatá Reyes

#### 4.7.1.5 Control de eficiencias del mantenimiento

Para poder llevar un control de la eficiencia de las actividades de mantenimiento que se estén ejecutando en los equipos en estudio se sugiere realizar un resumen comparativo de los tiempos de paro semanales, lo cual permitirá analizar el aumento o disminución de minutos o horas de paro del equipo debido a problemas mecánicos, eléctricos, etc.; semana tras semana. Mientras menor sea el acumulado de minutos o horas de paros, más eficiente será entonces el programa y las actividades de mantenimiento que se estén realizando.

Es decir, la eficiencia mecánica o del mantenimiento en un período de tiempo determinado se podrá calcular sugiriendo la siguiente fórmula:

$$e = \left\{ \frac{\text{total de horas programadas de producción} - \text{total de horas de paro}}{\text{total de horas programadas de producción}} \right\}$$

Ejemplo:

Total de horas programadas = 164 \* 24 = 3936 horas (el total de horas programadas de producción dependerá si se acorta o alarga la zafra).

Total de horas de paro hasta la semana 105 = 90.93

$$e = \left( \frac{3936 - 90.93}{3936} \right) * 100 = 97.69$$

Un formato para llevar a cabo este control de los tiempos de paro y eficiencias de mantenimiento se presentan en la figura 26.

**Figura 26. Formato para control de eficiencias**

SEMANA	HORAS PROGRAMADAS	HORAS DE PAROS	EFICIENCIA

Propuesta para el plan de mantenimiento por Byron Ixpatá Reyes

**4.8 Modelo de inventarios**

Los inventarios se relacionan con el aseguramiento de cantidades suficientes de bienes (repuestos, insumos, etc.) que garanticen una operación eficiente y continua en un sistema de producción o en una actividad comercial. Dependiendo de las condiciones en las que se desarrollen dichos procesos, pueden darse dos casos:

- a) Muy poca reserva o stock puede ocasionar costosos paros en la operación del sistema.
- b) Demasiada reserva puede arruinar la ventaja competitiva y el margen de ganancia del negocio.

Es importante entonces el poder encontrar un equilibrio entre estas dos condiciones extremas para poder manejar efectivamente los inventarios y poder así minimizar problemas.

#### 4.8.3 Clasificación de los artículos de inventarios

Para poder controlar efectivamente los artículos de inventario necesarios para cumplir con el programa de mantenimiento para los equipos de patio de caña y molinos, se propone la siguiente clasificación:

- I. Artículos tipo A: son aquellos que se utilizarán constantemente, en su mayoría insumos necesarios para desarrollar las tareas menores de mantenimiento (limpiezas y verificaciones). Para poder determinar la cantidad óptima de estos artículos que se debe mantener en el inventario y que permitan cumplir con el programa de mantenimiento, se sugiere utilizar los modelos determinísticos de inventario como herramienta de control.

**Tabla XVII. Lista de artículos tipo A**

Artículo	Unidad de medida	Demanda mensual estimada
Wype	Libra	25
Líquido limpia-contactos Eléctricos	Unidad	1
Aceite ISO 10	¼ galón	2
Jabón desengrasante	¼ galón	6
Líquido desengrasante	¼ galón	4

- II. Artículos tipo B: son aquellos que se utilizarán para trabajos mayores de mantenimiento, piezas de recambio de los distintos componentes y que se emplearán con frecuencias determinadas. Estas frecuencias serán de por lo menos 6 meses, y por lo tanto será cuestión de coordinar con los proveedores el tiempo de entrega para poder tenerlos en el inventario con la anticipación necesaria, para lo cual no se debe utilizar ningún método determinado.
  
- III. Artículos tipo C: son aquellos que los distintos fabricantes recomiendan tener siempre en cantidades específicas (*stock*) en el inventario para cubrir posibles eventualidades que obliguen a un cambio no programado.

#### **4.8.4 Modelos determinísticos**

Los modelos de inventarios determinísticos se caracterizan porque en ellos la demanda es conocida con certeza. También llamados modelos de tamaño de lote económico. Existen varios tipos, pero dadas las características de demanda de reabastecimiento de los artículos tipo A de los equipos se utilizará el modelo determinístico estático de un solo artículo, para poder llevar a cabo un control adecuado. Dentro de las ventajas al utilizar un modelo determinístico se mencionan:

1. Fácil manejo
2. Rápido de calcular
3. No presenta escasez
4. Predice el tiempo de realizar un pedido
5. Menor costo de pedido y de almacenaje



### **4.8.3 Propuesta del modelo determinístico para la requisición de materiales**

Como se mencionó en el inciso anterior, se propone el modelo estático de un solo artículo, este es el tipo de inventario más simple y se utiliza cuando la demanda es constante (estática) en el tiempo, existe una forma directa y sencilla de reabastecimiento y no presenta escasez.

Este modelo utiliza como principal herramienta de cálculo la fórmula del tamaño del pedido o cantidad óptima de pedido, mediante la cual se minimizan todos los costos asociados con el pedido y el almacenaje del inventario necesario.

Los factores que se utilizan en el cálculo del modelo de lote económico son los siguientes:

Demanda (D): es la cantidad de repuestos o materiales que fueron empleados durante el período que se tomó como base para calcularlo.

Costo Unitario: (Cu): es el costo de compra de cada unidad de un repuesto o material determinado.

Costo de almacenaje (Ca): representa los costos de almacenaje, manejo y depreciación de un repuesto o material determinado.

Costo por pedido (Co): es el costo que se incurre al realizar un pedido.

Tiempo de entrega (t): es el lapso de tiempo que tarda un proveedor en entregar un determinado repuesto o material.

Los datos obtenidos con el modelo de pedido económico son los siguientes:

Cantidad óptima de pedido (Q): es la cantidad de repuestos necesaria para cubrir adecuadamente la demanda en un determinado período de tiempo.

Período de agotamiento del inventario (T): es la cantidad de tiempo necesaria para que se consuma el pedido de un repuesto o material determinado.

Nivel de reorden (R): es la cantidad de existencia mínima de unidades de un repuesto o material determinado en el inventario en la que se debe realizar un nuevo pedido.

Número de órdenes (r): es la cantidad de pedidos que se realizarán durante un período de tiempo determinado.

Costo total (Ct): cantidad total de dinero necesario para mantener el nivel adecuado de un repuesto o material en el inventario.

Las fórmulas que se utilizan para obtener estos datos son:

$$Q = \sqrt{2 (D) (Co) / Ca}$$

$$T = (Q/D)$$

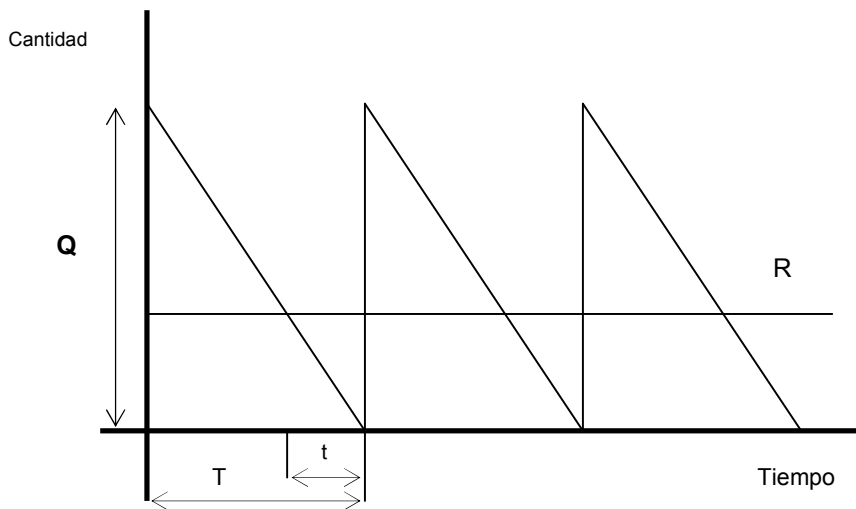
$$r = (D/Q)$$

$$R = (t)(D)$$

$$Ct = \{((Co)(D/Q)) + ((Ca)(Q/2))\}$$

En la figura 27 se puede observar la representación gráfica del modelo del pedido económico, la cual se conoce como “gráfica de diente de sierra”.

**Figura 27. Gráfica de diente de sierra**



Se tomará como ejemplo el *wype*. Material elaborado de retazos de tela deshilada utilizado para realizar las tareas de limpieza de los equipos, se desarrollará el modelo mencionado, pudiendo aplicarse igualmente para los demás artículos de este tipo.

Para poder desarrollar el modelo se tomará en cuenta la siguiente información:

Demanda estimada (D):	25 libras por mes (ver tabla 11) 300 libras al año
costo por pedido (Co):	Q5.00
Costo de almacenaje (Ca):	Q10.00 anual
Costo unitario (Cu):	Q5.35 libra

Tiempo de entrega (t): 1 semana en promedio

Utilizando la fórmula:

$$Q = \sqrt{2 (D) (Co) / Ca}$$

Se tiene que;

$$\text{Cantidad óptima de pedido } Q = Q = \sqrt{2 (300) (5) / 10}$$

$$Q = 17.32$$

$$Q = 17 \text{ libras}$$

$$\text{Número de órdenes } r = (D/Q)$$

$$r = (300/17)$$

$$r = 17 \text{ órdenes al año}$$

$$\text{Nivel de reorden } R = (t) (D)$$

$$R = (7 \text{ días}) (300 \text{ libras / año}) (1 \text{ año}/365 \text{ días})$$

$$R = 5.7$$

$$R = 6 \text{ libras}$$

$$\text{Período de agotamiento del inventario } T = Q/D$$

$$T = 17/300$$

$$T = 0.071 \text{ años}$$

$$T = 25.92 \text{ días}$$

$$T = 26 \text{ días}$$

$$\text{Costo total } Ct = \{((Co)(D/Q)) + ((Ca)(Q/2))\}$$

$$Ct = \{((5)(300/17)) + ((10)(17/2))\}$$

$$Ct = 173.24 / \text{año}$$

Analizando entonces los resultados, se deberá ordenar 17 libras de *wype* (Q), cuando el nivel de inventario llegue a 6 libras (NR), debiendo realizar en total 17 órdenes al año (r), con un costo total aproximado de (Ct) Q173.24 al año para poder mantener el nivel adecuado en el inventario. Finalmente se puede decir que si solo realizará un pedido tardaría aproximadamente 26 días en agotarse según la demanda establecida.

#### **4.9 Costo de implementación del programa de mantenimiento**

Los costos en los que se incurran en la implementación del programa de mantenimiento son mínimos, ya que la implementación se llevará a cabo con las herramientas de las que dispone el ingenio en las áreas de patio de caña y molinos, de manera que no se invertirán recursos económicos en este aspecto. En lo referente a materiales, aceites lubricantes, grasas, aditivos y/o elementos necesarios para el funcionamiento de la maquinaria, se cuenta con ellos, o bien la inversión se tiene establecida, tanto por la superintendencia de mantenimiento como por los departamentos de compras y contabilidad.

Con respecto al recurso humano, se tiene la opción para poder completar el equipo normal de trabajo, realizar la contratación de una persona que será la encargada de ingresar al sistema toda la información recopilada de los diferentes formatos que se proponen en dicho trabajo concerniente a la implementación del programa de mantenimiento. Otra opción es la capacitación del personal del departamento de mantenimiento en el área mecánica, esta capacitación se puede hacer a través de los proveedores utilizando la sala de conferencias del ingenio en horarios que establezca la gerencia, o bien utilizar las instalaciones del Instituto de Capacitación y Productividad (Intecap), donde si se necesita de una inversión destinada al pago de dicha capacitación. Otro costo en el que se debe incurrir es en el cambio del equipo de computación para hacer más ágil el trabajo de digitalizar los datos.

El mantenimiento preventivo incurre en una inversión considerable al inicio de su implementación, la cual se reduce al transcurrir un tiempo de 6 o 12 meses de ejecución. Por el contrario en el mantenimiento correctivo estos costos se mantienen y dan lugar a ampliarse conforme pasa el tiempo, debido a que una falla pequeña, genera un problema mayor.

**Tabla XVIII. Costos del plan de mantenimiento**

<b>Personal</b>	
<b>Puesto</b>	<b>Sueldo</b>
Digitalizador de datos	Q1850.00
Total	Q1850.00
<b>Material y/o equipo</b>	
Equipo de computación	Q10000.00
Útiles de escritorio y oficina (impresión de formatos, etc)	8000.00
Total	Q18000.00
<b>Capacitación</b>	
Capacitación por medio de proveedores	Q -----
Capacitación por Intecap	130.00 c/día
Total	Q 130.00 c/día
<b>COSTO TOTAL</b>	
Personal	Q 1850.00
Material y/o equipo computación	18000.00
Capacitación (12 mecánicos, 15 días)	23400.00
<b>Total</b>	<b>Q43250.00</b>

## **5. SISTEMA COMPUTARIZADO PARA EL CONTROL DE MANTENIMIENTO**

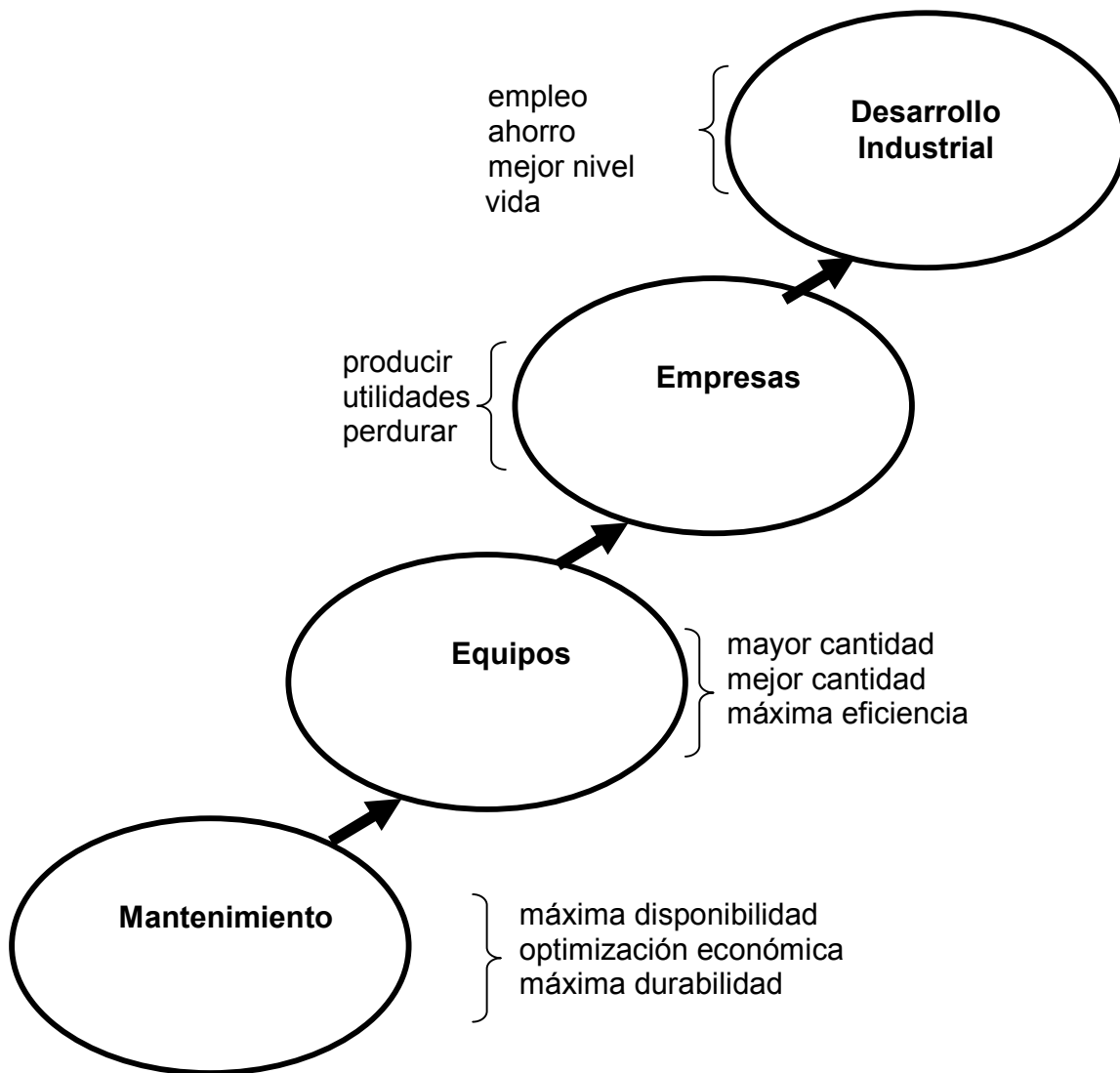
### **5.1 Diagrama de mantenimiento**

El objetivo del departamento de mantenimiento es maximizar la productividad general de la empresa y esta es la forma directa de aumentar la disponibilidad y eficiencia de los equipos e instalaciones, y reducir costos de mantenimiento. Sin un sistema informático de mantenimiento no va hacer posible realizar una captura de datos de los equipos, y como consecuencia no se tendrá una información útil, y no será posible llegar a manejar la cantidad de parámetros que se deseen.

A continuación se describe el diagrama de mantenimiento, donde se hace ver el por qué es importante la realización del mantenimiento a los equipos y el objetivo que persigue la empresa, al implementar un programa de mantenimiento.



**Figura 28 Diagrama de mantenimiento**



## **5.2 Sistema de control de mantenimiento**

Se propone como solución para llevar el control de mantenimiento de la fábrica, específicamente en patio de caña y molinos; un sistema de computo basado en plataforma Windows y programado en ambiente 100% gráfico el cual se describirá a continuación:

## **A. Especificaciones técnicas**

Plataforma	Cliente / servidor
Sistema operativo	Windows 95/98/NT
Base de datos	Oracle 8
Aplicación	Developer 2000 (Forms, Reports, Grafics)
Red	LAN

## **B. Especificaciones mínimas para estación de trabajo**

Procesador	Pentium 200 Mhz o superior
Disco duro	200 Mb libres
Ram	32 Mb
Conexión	Tarjeta de red 10 ó 100bT

Nota: Programación MODULAR y orientada a objetos.

## **C. Módulos**

El sistema estará conformado por los siguientes módulos:

- a) Maestros y catálogos
- b) Hoja maestra
- c) Historial equipo
- d) Instrucciones equipo
- e) Listado de partes

Nota: Todos los módulos serán administrados por un MENU principal.

## **D. Maestros y catálogos**

- 1 Localizaciones
- 2 Equipos (cédulas)
- 3 Problemas
- 4 Instrucciones

Nombre de objetos (tablas)

Siete (10) dígitos son:

El usuario dueño de la aplicación es **FÁBRICA**

Dos (2) dígitos son:

El prefijo de las tablas dentro del sistema de control de mantenimiento de la fábrica es **MT** como indicativo de MANTENIMIENTO.

Un (1) dígito es:

Guión menor como separación ( \_ ).

Un (1) dígito es:

(M) → Tablas de **MAESTROS**

(C) → Tablas de **CATÁLOGOS**.

(V) → Tablas de **MOVIMIENTOS**.

Veinte (20) dígitos son:

**NOMBRE** de la tabla

### 5.3 Funcionalidad del sistema de mantenimiento

Es importante tomar en cuenta que el soporte técnico de un software para llevar el control del programa de mantenimiento resulta ser una herramienta indispensable, ya que a través de ello se tendrá la información completa de los equipos y generará todo tipo de órdenes de trabajo para ejecutar el mantenimiento.

### 5.3.1 Descripción general del sistema

El sistema de control de mantenimiento de la fábrica programa MIEL, esta desarrollado en un ambiente 100% gráfico a través de *Oracle Developer* 2000 versión 6i que utiliza como base de datos *Oracle 8*.

MIEL esta concebido con la idea llevar un sistema que nos permita:

1. Tener un inventario de equipos dentro de la fábrica.
2. Fácil consulta a los datos técnicos (placa) de los equipos.
3. Listado de partes de los equipos.
4. Llevar un historial preciso de los mantenimientos realizados a los equipos.
5. Registro de las ordenes de trabajo.
6. Trabajos a realizar.

Como características primordiales del sistema están:

1. Interfase fácil y agradable al usuario.
2. Fácil de aprender y utilizar.
3. Rapidez en ingresos, consultas y reportes.

#### a) Codificaciones

Los códigos definidos para las localidades, equipos, instrucciones, problemas, son alfanuméricos (nemotécnicos), debido a que se consideran más fáciles de recordar por el personal que labora en la fábrica, además, que cierta terminología asociada con dichos códigos hoy en día pertenece a la jerga de operación.

## b) Descripción de códigos

- **Localidades**

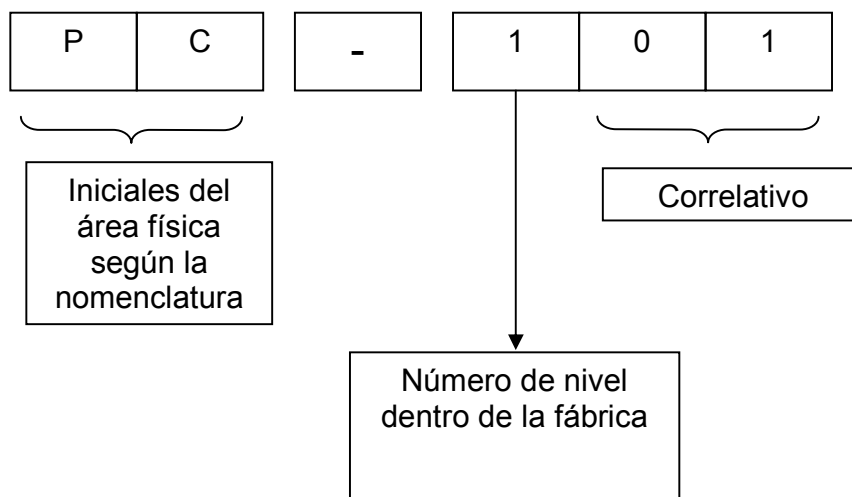
El código del área esta definido de la siguiente manera:

2 dígitos alfanuméricos para definir el área física, de acuerdo a la nomenclatura contable.

1 dígito de guión como separador.

1 dígito numérico para la definición del nivel dentro de la fábrica.

2 dígitos numéricos como correlativo.



- **Equipos**

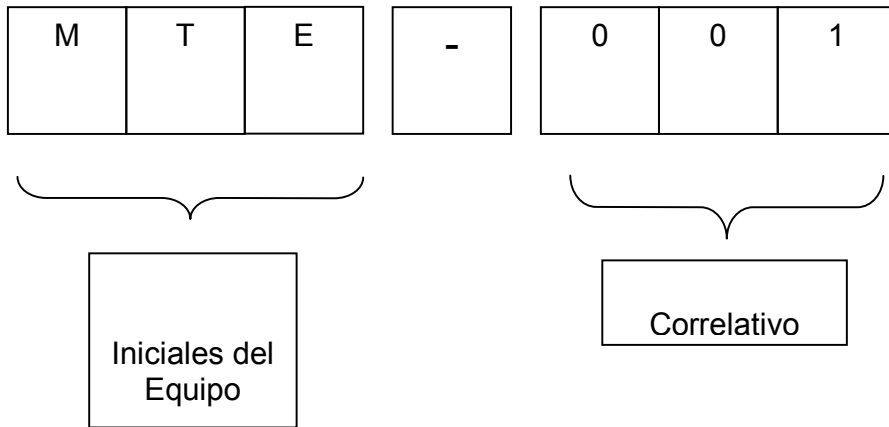
El código del equipo esta definido de la siguiente manera:

3 dígitos alfanuméricos para definir las iniciales del equipo.

(nemetécnico)

1 dígito de guión como separador.

3 dígitos numéricos como correlativo.

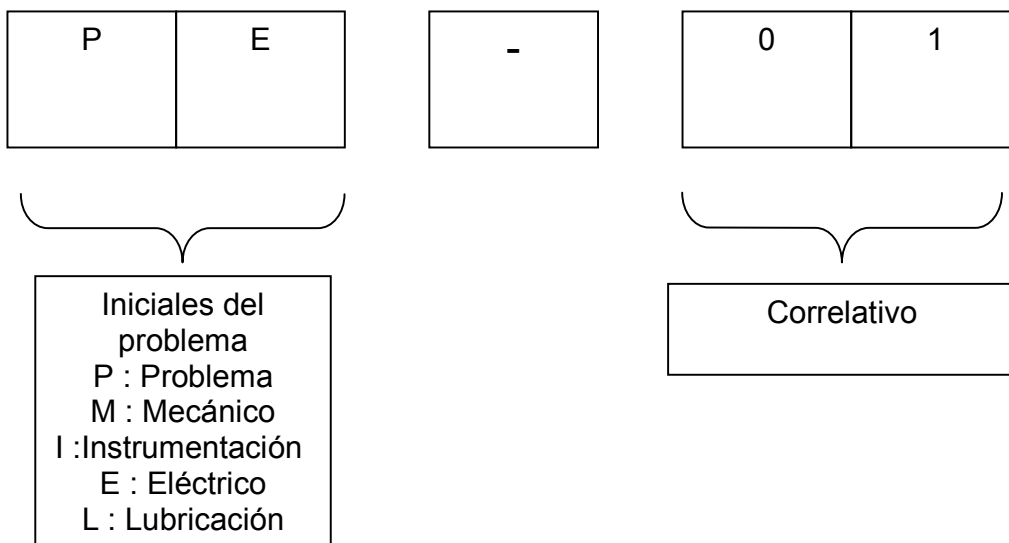


### 5.3.2 Problemas

El código de los problemas esta definido de la siguiente manera:

2 dígitos alfanuméricos para definir el tipo de problema.

- 1 dígito de guión como separador.
- 2 dígitos numéricos como correlativo.



### 5.3.3 Archivos

El código del archivo esta definido de la siguiente manera:

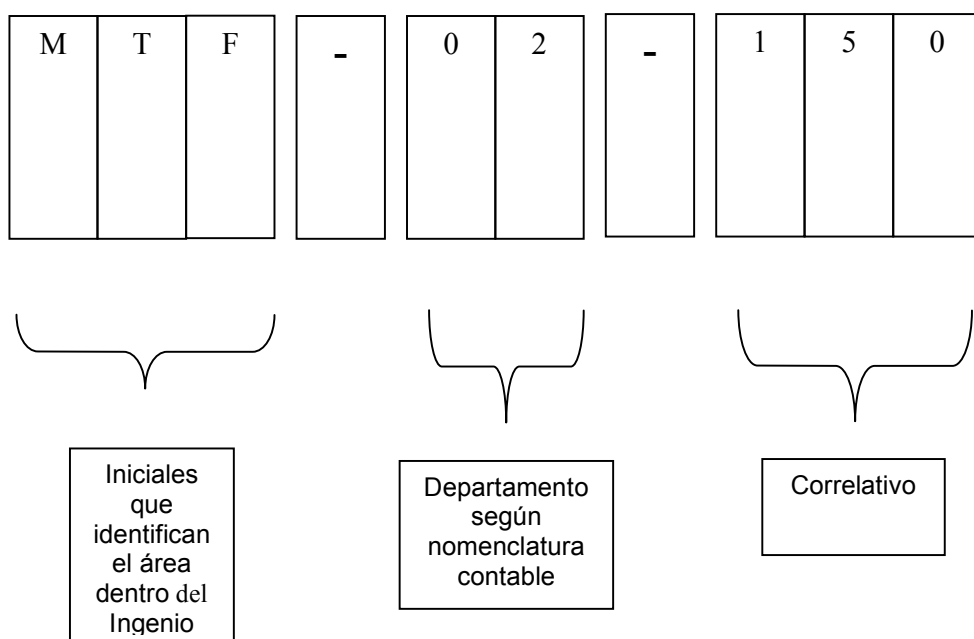
3 dígitos alfanuméricos para definir el área

1 dígito de guión como separador.

2 dígitos numéricos para el departamento.

1 dígito de guión como separador.

2 dígitos numéricos como correlativo .

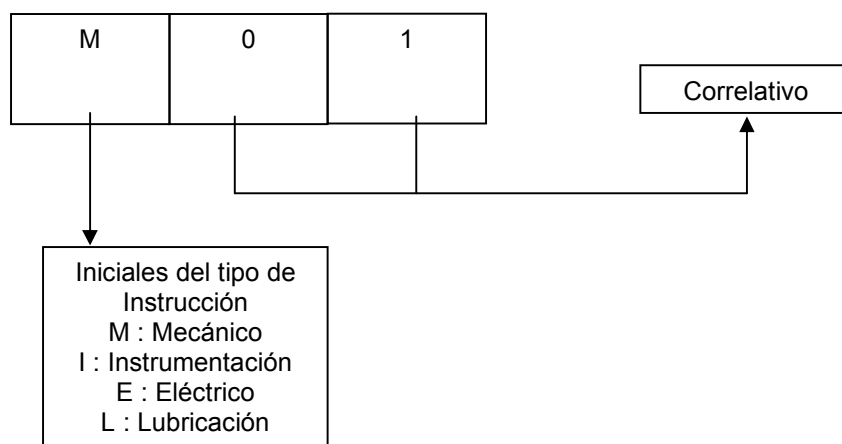


### 5.3.4 Instrucciones

El código del archivo esta definido de la siguiente manera:

1 dígito alfanuméricos para definir si es mecánico, instrumentación, eléctrico o lubricación.

2 dígitos numéricos para la secuencia



### 5.4 Relación con otros módulos

- **Parámetros generales:** Los datos obtenidos de dicho modulo son los datos generales, como empresa, período, sistema, aplicación, modulo, etc.



### **5.4.1 Flujograma de documentos**

**a. Identificación documento**

Formato de recolección de datos *LOCALIDADES*

**b. Descripción**

Formato estándar para recolección de datos.

**c. Observaciones**

Este formato fue realizado para la recolección de datos de localidades, es un machote ya impreso el que únicamente se deben llenar los datos relacionados con las localidades, código y descripción.

**d. Datos solicitados**

Código de localidad

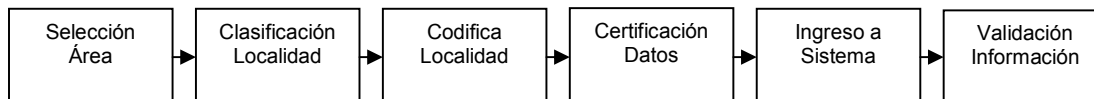
Descripción de localidad

**e. Formato**

Original

**f. Flujo del documento**

Los formatos son repartidos por el encargado a las personas que le servirán de soporte en dicha actividad, después del llenado, serán revisados para certificarlos, ingresarlos al sistema y validarlos.



**g. Identificación documento**

Formato de recolección de datos *EQUIPOS*

**h. Descripción**

Formato estándar para recolección de datos.

**i. Observaciones**

Este formato fue realizado para la recolección de datos de equipos, es un machote ya impreso el que únicamente se deben llenar los datos relacionados con las localidades, código y descripción.

**j. Datos solicitados**

Código de equipo

Descripción de equipo

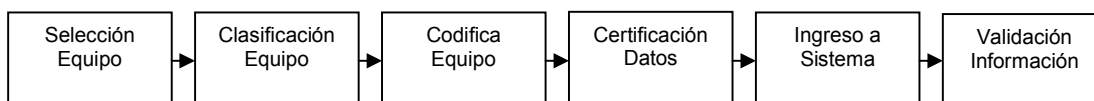
Detalles técnicos

**k. Formato**

Original

## I. Flujo del documento

Los formatos son repartidos por el encargado a las personas que le servirán de soporte en dicha actividad, posteriormente al llenado, serán revisados para certificarlos, ingresarlos al sistema y validarlos.



## 5.5 Estructura del sistema de mantenimiento

La estructura del sistema de mantenimiento esta compuesta por los siguientes factores que son:

- a) **mt\_cgrupos**
- b) **mt\_cequipo**
- c) **mt\_cparametros**
- d) **mt\_cparametrosxequipo**
- e) **mt\_clocalidad**
- f) **mt\_cproblema**
- g) **mt\_carchivo**
- h) **mt\_cinstruccion**
- i) **mt\_ccatalogo\_instrucción**
- j) **mt\_mhoja\_maestra**
- k) **mt\_clistado\_partes**
- l) **mt\_mhistorial**
- m) **mt\_mactividad**
- n) **mt\_dactividad**

Por efectos de espacio solo se ejemplifica la estructura del sistema de mantenimiento del inciso a) que a continuación se detalla:

**Tabla XIX. Ejemplo de estructura del sistema MIEL**

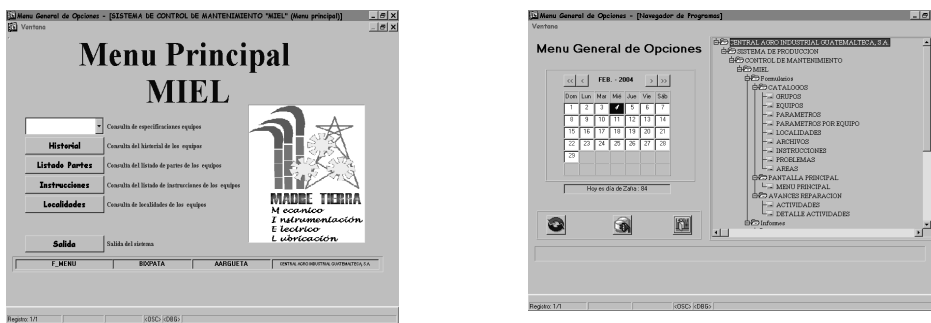
T

```
-- Start of DDL script for MT_CGRUPOS
-- Generated 25-Feb-02 8:00:29 am

-- Table MT_CGRUPOS

CREATE TABLE mt_cgrupos
(
  id_empresa      NUMBER(3) NOT NULL,
  grupo           NUMBER(3) NOT NULL,
  descripcion     VARCHAR2(60),
  usrgrab         VARCHAR2(31),
  usrmodi         VARCHAR2(31)
)
```

**Figura 29. Sistema de mantenimiento MIEL**



Esta pantalla indica el ingreso al sistema MIEL de mantenimiento, para lo cual se tiene que tener un *password* para ingresar.

## Continuación

```
PCTFREE 10
PCTUSED 40
INITRANS 1
MAXTRANS 255
TABLESPACE fabrica
STORAGE (
  INITIAL 10240
  NEXT 10240
  PCTINCREASE 50
  MINEXTENTS 1
  MAXEXTENTS 121
)
/
-- Column Comments for MT_CGRUPOS

COMMENT ON COLUMN mt_cgrupos.descripcion IS 'DESCRIPCION GRUPO'
/
COMMENT ON COLUMN mt_cgrupos.grupo IS 'CODIGO DE GRUPO'
/
COMMENT ON COLUMN mt_cgrupos.id_empresa IS 'CODIGO DE EMPRESA'
/
COMMENT ON COLUMN mt_cgrupos.usrgrab IS 'AUDITORIA GRABACION'
/
COMMENT ON COLUMN mt_cgrupos.usrmodi IS 'AUDITORIA MODIFICACION'
/
-- Indexes for MT_CGRUPOS

CREATE UNIQUE INDEX pk_grupos
ON mt_cgrupos
( grupo )
PCTFREE 10
INITRANS 2
MAXTRANS 255
TABLESPACE fabrica
STORAGE (
  INITIAL 10240
  NEXT 10240
  PCTINCREASE 50
  MINEXTENTS 1
  MAXEXTENTS 121
)
/
-- Constraints for MT_CGRUPOS

ALTER TABLE mt_cgrupos
ADD CONSTRAINT pk_grupos PRIMARY KEY (grupo)

-- End of DDL script for MT_CGRUPOS
```

## 5.6 Tablas del sistema de mantenimiento

- a) MT\_CARCHIVO
- b) MT\_CAREA
- c) MT\_CCATALOGO\_INSTRUCCION
- d) MT\_C EQUIPO
- e) MT\_CGRUPOS
- f) MT\_CHISTORIAL\_LOCALIDADES
- g) MT\_CINSTRUCCION
- h) MT\_CLISTADO\_PARTES
- i) MT\_CLOCALIDAD
- j) MT\_CPARAMETROS
- k) MT\_CPARAMETROXEQUIPO
- l) MT\_CPROBLEMA
- m) MT\_DACTIVIDAD
- n) MT\_DHOJA\_MAESTRA
- o) MT\_MACTIVIDAD
- p) MT\_MCOSTOSXEQUIPO
- q) MT\_MHISTORIAL
- r) MT\_MHOJA\_MAESTRA

**Tabla XX. Muestra el campo de archivo**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CARCHIVO	CODIGO	VARCHAR2	3	
	DEPARTAMENTO	VARCHAR2	2	
	CORRELATIVO	VARCHAR2	3	
	DESCRIPCION	VARCHAR2	60	

**Tabla XXI. Muestra el campo del área**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CAREA	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGOAREA	VARCHAR2	2	
	DESCRIPCION	VARCHAR2	30	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	

**Tabla XXII. Muestra el campo del equipo**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CEUQUIPO	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGO	VARCHAR2	3	
	DESCRIPCION	VARCHAR2	60	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	

**Tabla XXIII. Muestra el campo de grupos**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CGRUPOS	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	GRUPO	NUMBER	3	0
	DESCRIPCION	VARCHAR2	60	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	
	INICIAL	VARCHAR2	1	

**Tabla XXIV. Muestra el campo historial y localidades**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CHISTORIAL_LOCALIDA DES	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CORRELATIVOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	NUMERO	NUMBER	5	0
	CODIGOLOCALIDAD	VARCHAR2	2	
	CORRELATIVOLOCALIDAD	VARCHAR2	3	
	FECHA	DATE	7	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	

**Tabla XXV. Muestra el campo de una instrucción**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CINSTRUCCION	CODIGO	VARCHAR2	1	
	CORRELATIVO	VARCHAR2	2	
	DESCRIPCION	VARCHAR2	60	

**Tabla XXVI. Muestra el campo del listado de partes**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CLISTADO_PARTES	NUMERO	NUMBER	5	0
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CORRELATIVOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CODIGOARTICULO	VARCHAR2	15	
	CODIGOCATALOGO	VARCHAR2	15	
	DESCRIPCION	VARCHAR2	60	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	
	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CANTIDAD	NUMBER	12	2

**Tabla XXVII. Muestra el campo de una localidad**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CLOCALIDAD	CODIGO	VARCHAR2	2	
	CORRELATIVO	VARCHAR2	3	
	DESCRIPCION	VARCHAR2	60	

**Tabla XXVIII. Muestra el campo de los parámetros**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CPARAMETROS	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	PARAMETRO	NUMBER	3	0
	GRUPO	NUMBER	3	0
	DESCRIPCION	VARCHAR2	60	
	ID_MEDIDA	NUMBER	3	0
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	



**Tabla XXIX. Muestra el campo de parámetros por equipo**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CPARAMETROXEQUIPO	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGOPARAMETRO	NUMBER	3	0
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	MÁXIMO	NUMBER	22	
	NORMAL	NUMBER	22	
	IMPRIMIR	VARCHAR2	1	
	FORMULA	VARCHAR2	1	
	SECUENCIA	NUMBER	3	0
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	

**Tabla XXX. Muestra el campo de un problema**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_CPROBLEMA	CODIGO	VARCHAR2	2	
	CORRELATIVO	VARCHAR2	2	
	DESCRIPCION	VARCHAR2	60	

**Tabla XXXI. Muestra el campo de una actividad**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_DACTIVIDAD	ID_PERIODO	NUMBER	3	0
	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGOACTIVIDAD	NUMBER	3	0
	CODIGOAREA	VARCHAR2	2	
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CORRELATIVOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	NUMEROACTIVIDAD	NUMBER	3	0
	SUPERVISOR	VARCHAR2	60	
	OPERARIO	VARCHAR2	60	
	AVANCE	NUMBER	3	0
	OBSERVACIONES	VARCHAR2	60	
	FECHA	DATE	7	
	FECHAINICIO	DATE	7	
	FECHAFIN	DATE	7	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	

**Tabla XXXII. Muestra el campo de hoja maestra**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_DHOJA_MAESTRA	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CORRELATIVOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CODIGOPARAMETRO	NUMBER	3	0
	VALOR	VARCHAR2	100	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	

**Tabla XXXIII. Muestra el campo de una actividad**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_MACTIVIDAD	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGOACTIVIDAD	NUMBER	3	0
	CODIGOAREA	VARCHAR2	2	
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CORRELATIVOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	DESCRIPCIOON	VARCHAR2	60	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	

**Tabla XXXIV. Muestra el campo de costo por equipo**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_MCOSTOSXEQUIPO	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CORRELATIVOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CUENTA1	VARCHAR2	1	
	CUENTA2	VARCHAR2	1	
	CUENTA3	VARCHAR2	1	
	CUENTA4	VARCHAR2	1	
	CUENTA5	VARCHAR2	2	
	CUENTA6	VARCHAR2	1	
	CUENTA7	VARCHAR2	5	
	AUXILIAR	VARCHAR2	7	
	COSTOINICIAL	NUMBER	14	2

**Tabla XXXV. Muestra el campo del historial del equipo**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_MHISTORIAL	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	ID_PERIODO	NUMBER	3	0
	NUMERO	NUMBER	5	0
	FECHA	DATE	7	
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CORRELATIVOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	TITULO	VARCHAR2	60	
	DESCRIPCION	VARCHAR2	1000	
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	

**Tabla XXXVI. Muestra el campo de una hoja maestra**

TABLA	COLUMNA	TIPO	NÚMERO	DECIMALES
MT_MHOJA_MAESTRA	ID_EMPRESA	NUMBER	3	0
	CODIGOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	CORRELATIVOEQUIPO	VARCHAR2	3	
	PLACA	VARCHAR2	2000	
	ESPECIFICACIONES	VARCHAR2	2000	
	CODIGOARCHIVO	VARCHAR2	3	
	DEPARTAMENTOARCHIVO	VARCHAR2	2	
	CORRELATIVOARCHIVO	VARCHAR2	3	
	CODLOCINICIAL	VARCHAR2	2	
	CORLOCINICIAL	VARCHAR2	3	
	CODLOCACT	VARCHAR2	2	
	CORLOCACT	VARCHAR2	3	
	REQUISICION	NUMBER	6	0
	ORDEN_COMPRA	NUMBER	6	0
	USRGRAB	VARCHAR2	31	
	USRMODI	VARCHAR2	31	

## 5.7 Formas del sistema de mantenimiento

Figura 30. Hoja maestra aire acondicionado

Menu General de Opciones - SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO "MIEL" (Hoja maestra de equ...)

Acción Edición Consulta Bloque Registro Copio Ventana Ayuda

Placa Especificaciones Adicionales

Código Equipo Descripción  
AAC 001 AIRES ACONDICIONADOS CENTRALES

Marca TEMPSTAR Modelo BCA123D  
Tipo VENTANA Serie 1501B39888

DATOS COMPRESOR

Capacidad 12,300 Btu/Hr Marca TECUMSEH  
Voltaje 208-230 Volts Modelo

Localización Actual ML 101 MOLINO 1

Archivo

Historial Listado Param. Zonificaciones Localidades

ACONDICIONADO\_HOJA\_MAESTR | AARGUETA | AARGUETA | CENTRAL AERO INDUSTRIAL GUATEMALTECA S.A.

Spécial Consulta  
Página: 1/1 (05C) (086)

Esta imagen representa la información que es recopilada de un aire acondicionado que es ingresado al sistema MIEL.

Figura 31. Hoja maestra arrancador magnético

Menu General de Opciones - SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO "MIEL" (Hoja maestra de equ...)

Acción Edición Consulta Bloque Registro Copio Ventana Ayuda

Placa Especificaciones Adicionales

Código Equipo Descripción  
ARM 001 ARRANCADOR MAGNETICO

Marca WESTINGHOUSE CONTROL Modelo AH12  
Tipo Serie

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO ESPECIFICACIONES DE CONTROL CAPACIDAD INTERRUPTOR

Potencia 100 HP Voltaje 120 VOLTS Corriente 135 AMPS  
Voltaje 460-575 VOLTS Tipo Arranque  
Tamaño Nom. 4 Frecuencia HZ  
Fases 3 Relé Protección

Localización Actual FC 101 EJE MOTRIZ DE REJA RECIPIORA 2

Archivo

Historial Listado Param. Zonificaciones Localidades

ARRANCADOR\_HOJA\_MAESTR | AARGUETA | AARGUETA | CENTRAL AERO INDUSTRIAL GUATEMALTECA S.A.

Spécial Consulta  
Página: 1/1 (05C) (086)

Esta imagen representa la información que es recopilada de un arrancador magnético que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 32. Hoja maestra bomba hidráulica**

The screenshot shows a software window titled "Menu General de Opciones - [SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO 'MIEL' (Hoja maestra de equ...)]". The interface includes a menu bar (Acción, Edición, Consulta, Bloque, Registro, Compo, Ventana, Ayuda) and a toolbar. The main form is divided into several sections:

- Placa:** Especificaciones Adicionales
- Codigo Equipo:** BOH 001
- Descripcion:** BOMBA HIDRAULICA
- Marca:** VICKERS
- Modelo:** 4225V42A1710C22R
- Tipo:** VANE PUMP
- Serial:** E920
- Entradas:** B entrada (BRO), B salida (BRO), B BDS
- Localizacion Actual:** FC 101 BPOA-HLD1
- Archivo:** [Empty field]
- Buttons:** Historial, Listado Partes, Descripciones, Localidades
- Footer:** F\_BOMBAS\_HIDRAULICAS\_MAE1, AARGUETA, AARGUETA, CENTRAL AGRO INDUSTRIAL GUATEMALTECA S.A.
- Status:** Pagina: 1/7, (05SC) (066)

Esta imagen representa la información que es recopilada de una bomba hidráulica, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 33. Hoja maestra bomba**

The screenshot shows a software window titled "Menu General de Opciones - [SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO 'MIEL' (Hoja maestra de equ...)]". The interface includes a menu bar (Acción, Edición, Consulta, Bloque, Registro, Compo, Ventana, Ayuda) and a toolbar. The main form is divided into several sections:

- Placa:** Especificaciones Adicionales
- Codigo Equipo:** BOM 001
- Descripcion:** BOMBA
- Marca:** ITT
- Modelo:** [Empty field]
- Tamaño:** 10 X 8 X 21
- Flujo:** GPM
- Cabida:** FT
- Velocidad:** 1180 RPM
- Potencia:** HP
- Diámetro Ingresado:** 11.18 IN
- Diámetro Máximo:** IN
- Material:** [Empty field]
- Presión/Temperatura:** PSIG/F
- Localizacion Actual:** 115 BOMBA 1 2000 PRIMARIO
- Archivo:** [Empty field]
- Buttons:** Historial, Listado Partes, Descripciones, Localidades
- Footer:** F\_BOMBAS\_HIDRAULICAS\_MAE1, BOPATA, AARGUETA, CENTRAL AGRO INDUSTRIAL GUATEMALTECA S.A.
- Status:** Pagina: 1/7, (05SC) (066)

Esta imagen representa la información que es recopilada de una bomba, que es ingresada al sistema MIEL.

Figura 34. Hoja maestra conductor de caña

The screenshot shows a software window titled "SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO 'MIEL' (Hoja maestra de equ...)". The main form is for a "CONDUCTOR DE CAÑA" (Cane Driver). It includes the following fields and sections:

- Placa:** Especificaciones Adicionales
- Codigo Equipo:** 001
- Descripcion:** CONDUCTOR DE CAÑA
- Marca:** MADRE TIERRA
- Modelo:** (empty)
- Swivo:** (empty)
- CADENA:**
  - # Estalon: REXNORD 2198
  - Cantidad: 4
  - Longitud: 270 PIES
- SPROCKET:**
  - Paso: 6.12
  - Tipo: A
  - Material: ACEBRO
- FUERZA MOTRIZ:**
  - # Cadena: RO-635
  - Longitud: PIES
  - Tipo: SENCILLA
  - Material: AISI.SAE 1020
- Localizacion Actual:** F31 CONDUCTOR DE CAÑA 1
- Archivo:** (empty)
- Buttons:** Historial, Librado Partes, Instrucciones, Localidades
- Footer:** F\_CONDUCTOR\_HOJA\_MAESTRA | AARGUETA | AARGUETA | CENTRAL AGRO INDUSTRIAL GUATEMALTECA, S.A.

Esta imagen representa la información que es recopilada de un conductor de caña, que es ingresada al sistema MIEL.

Figura 35. Hoja maestra controlador de procesos

The screenshot shows a software window titled "SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO 'MIEL' (Hoja maestra de equ...)". The main form is for a "CONTROLADOR DE PROCESOS" (Process Controller). It includes the following fields and sections:

- Placa:** Especificaciones Adicionales
- Codigo Equipo:** 007
- Descripcion:** CONTROLADOR DE PROCESOS
- Marca:** BAILEY FISHER PORTER
- Modelo:** 53MC5412A21AAX
- Swivo:** 9901130013
- Form Section:**
  - # Lazos: 4
  - Conexion Posterior: J3 BORNBERA, J4 CINCHOS
  - Voltaje: 120 VAC Vols
- Localizacion Actual:** (empty)
- Archivo:** (empty)
- Buttons:** Historial, Librado Partes, Instrucciones, Localidades
- Footer:** CONTROLADOR\_HOJA\_MAESTR | AARGUETA | AARGUETA | CENTRAL AGRO INDUSTRIAL GUATEMALTECA, S.A.

Esta imagen representa la información que es recopilada de un controlador de procesos, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 36. Hoja maestra enfriador**

Placa: Especificaciones Adicionales

Código Equipo: ENF 001 Descripción: ENFRIADOR

Marca: IIT STANDAR Modelo:

Tipo:  Serie:

Tamaño:  # Parte: 5.030.06.048.00

SHELL		TUBOS	
Max. Presion	300 PSIG	Max. Presion	150 PSIG
Max. Temperatura	300 °F	Max. Temperatura	300 °F

Localizacion Actual: FC (1) FRISA HILO 1

Archivo:

Historial | Listado Partes | Instrucciones | Localidades

F\_ENFRIADOR\_HOJA\_MAESTR/ AARGUETA AARGUETA CENTRAL AGRO INDUSTRIAL GUATEMALTECA, S.A.

Registro: 1/7 <QSDC <DBG

Esta imagen representa la información que es recopilada de un enfriador, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 37. Hoja maestra gobernador de turbina**

Placa: Especificaciones Adicionales

Código Equipo: GOV 001 Descripción: GOBERNADOR

Marca: WOODWARD Modelo:

Tipo: PGD Serie: 1793940

Parte No.: 8750-349

No Modelo de Turbina:

Velocidad Eje del Gobernador:  Parámetro de # de revoluciones de turbina RPM

Presion Ajan de Control:  PSIG

Velocidad de la Turbina: 4500 RPM

No. de Usos: 9201831

Localizacion Actual: FC (14) FICADORA DE CMB 1

Archivo:

Historial | Listado Partes | Instrucciones | Localidades

GGOBERNADOR\_HOJA\_MAESTR/ BDPATA AARGUETA CENTRAL AGRO INDUSTRIAL GUATEMALTECA, S.A.

Registro: 1/7 <QSDC <DBG

Esta imagen representa la información que es recopilada de un gobernador de turbina, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 38. Hoja maestra mesa de caña**

Menu General de Opciones - [SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO "MIEL" (Hoja maestra de equ...)]

Acción Edición Consulta Bloque Registro Campo Ventana Ayuda

Placa Especificaciones Adicionales

Codigo Equipo Descripción  
**MESA** 001 MESA DE CAÑA

Marca MADRE TIERRA Modelo RECIBE Y ALIMENTA  
 Tipo LAVADORA DE CAÑA Serie

MESA		CADENA	
Longitud	20 PIES	Tipo	X698 RIVETLESS
Ancho	22 PIES	# Eslabones	940
Altura	10 PIES	Cantidad	10
Potencia Inst	17.6 HP	Tamaño	54 PLG

Localización Actual [E] [11] EJE MOTOR DE MESA ALIMENTADORA 1  
 Archivo

Historial Limpio Partes Instrucciones Localidades

F\_MESA\_HOJA\_MAEISTRA AARGUETA AARGUETA CENTRAL AGRICOLA INDUSTRIAL GUATEMALCA, S.A.

Ingresar Consulta Registro: 1/7 (05G) (08G)

Esta imagen representa la información que es recopilada de una mesa de caña, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 39. Hoja maestra molino**

Menu General de Opciones - [SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO "MIEL" (Hoja maestra de equ...)]

Acción Edición Consulta Bloque Registro Campo Ventana Ayuda

Placa Especificaciones Adicionales

Codigo Equipo Descripción  
**MOL** 001 MOLINO

Marca FULTON Modelo  
 Tipo Serie

MAZAS	EJES	SETTING	VIRGEN
# mazas	Superior	Entrada	Material
Longitud maza	Cafetera	E:1/2	ACERO FUNDIDO
Diámetro maza	Bajacera	Salida	Distancia cto a cto
Rovado maza	Cuarta	E:2	Altura
Muñon			Pre.Hidraulica

Localización Actual [M] [01] MOLINO 1  
 Archivo

Historial Limpio Partes Instrucciones Localidades

F\_MOLINO\_HOJA\_MAEISTRA AARGUETA AARGUETA CENTRAL AGRICOLA INDUSTRIAL GUATEMALCA, S.A.

Ingresar Consulta Registro: 1/7 (05G) (08G)

Esta imagen representa la información que es recopilada de un molino, que es ingresada al sistema MIEL.



**Figura 40. Hoja maestra motor eléctrico**

Menu General de Opciones - SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO "MIEL" (Hoja maestra de equ...)

Acción Edición Consulta Bloque Registro Campo Ventana Ayuda

Placa Especificaciones Adicionales

Codigo Equipo Descripción  
**MTE** 001 MOTOR ELECTRICO

Marca  Modelo

Tipo  Serie

CONDICIONES DE DISEÑO		CONDICIONES MAXIMAS		COJINETES	
Potencia	60 HP	Voltaje	230/460 VOLTS	SH end BRG	6313 2RS VENTILADOR
Velocidad	1760 RPM	Corriente	14472 AMPS	DPP end BRG	6313 2RS ACOFLE
Frame	364 TC	Factor Potencia	0.8		
Factor Servicio	1.15	Frecuencia	60 HERTZ		
Temp Ambiente	40 °C	Fases	3 PH		
Kva Code		Clase Aislamiento	F		
Date Code		Diseño Nema	B		

Localizacion Actual  Archivo

Historial Listado Param. Dimensiones Localidades

F\_MOTORE\_HOJA\_MAESTRA AARGUETA AARGUETA CENTRAL AGRICOLA INDUSTRIAL GUATEMALTECA, S.A.

Registro: 1/7 (QSC) (DBG)

Esta imagen representa la información que es recopilada de un motor eléctrico, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 41. Hoja maestra motor hidráulico**

Menu General de Opciones - SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO "MIEL" (Hoja maestra de equ...)

Acción Edición Consulta Bloque Registro Campo Ventana Ayuda

Placa Especificaciones Adicionales

Codigo Equipo Descripción  
**MTH** 004 MOTOR HIDRAULICO

Marca  Modelo

Tipo  Serie

Desplazamiento

Localizacion Actual  Archivo

Historial Listado Param. Dimensiones Localidades

F\_MOTORH\_HOJA\_MAESTRA BDPATA AARGUETA CENTRAL AGRICOLA INDUSTRIAL GUATEMALTECA, S.A.

Registro: 4/7 (QSC) (DBG)

Esta imagen representa la información que es recopilada de un motor hidráulico, que es ingresado al sistema MIEL.

**Figura 42. Hoja maestra reductor**

Placa: Especificaciones Adicionales

Codigo Equipo: RED008 Descripción: REDUCTOR

Marca: LUFKIN Modelo: TF640CHS  
 Tipo: Serie: 7599

Potencia: 800 HP	Ratio: 31.27
Vel. de Entrada: 780 RPM	Factor de Servicio: 1.84
Vel. de Salida: 24.94 RPM	Clase:
Org. del Tanque: 238 GALS	Temper. de Salida:
Tamaño:	Lubricante: AOMA 3
Orden Maestro: 831714	

Localización Actual: PL 113 SISTEMA LUBRIFICACION AUXILIAR REDUCTOR INTERMEDIO MOLINO

Archivo: Historial | Listado Partes | Instrucciones | Localidades

F\_REDUCTOR\_HOJA\_MAESTRA | BDXPATA | AARGUETA | CENTRAL AERO INDUSTRIAL GUATEMALTECA S.A.

Registro Anterior: Registro 8/7 | (OS) (DB)

Esta imagen representa la información que es recopilada de un reductor, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 43. Hoja maestra transformador**

Placa: Especificaciones Adicionales

Codigo Equipo: TRN001 Descripción: TRANSFORMADOR

Marca: ABB Modelo: FS86774N28  
 Tipo: Serie: 951937071

CONEXION DE ALTO VOLTAJE		CONEXION DE BAJO VOLTAJE	
Capacidad: 750 KVA	Voltaje: 4160 VOLTS	Voltaje: 480 Y 1277 VOLTS	Corriente: 343.55 AMPS
Corriente: 104 AMPS	Posicion Tap: 3	Z% Caracteristica: 5.84 AMPS	Conexion: Y-Y

Localización Actual: PC 111 BIE MSTRIZ DE MESA ALIMENTADORA 1

Archivo: Historial | Listado Partes | Instrucciones | Localidades

TRANSFORMADOR\_HOJA\_MAE1 | AARGUETA | AARGUETA | CENTRAL AERO INDUSTRIAL GUATEMALTECA S.A.

Registro 1/1 | (OS) (DB)

Esta imagen representa la información que es recopilada de un transformador, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 44. Hoja maestra transmisor**

Menu General de Opciones - [SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO "MIEL" (Hoja maestra de equ...)]

Acción Edición Consulta Bloqueo Registro Campo Ventana Ayuda

Placa Especificaciones Adicionales

Codigo Equipo: TRA 001 Descripción: TRANSMISOR

Marca: FISHER & PORTER Modelo: 69BE18PL21KD11CA  
 Tipo: MAGNETICO Sensor: TIPO MAGNETICO

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Rango Minimo: 0 Valor Bajo: 0.0  
 Rango Maximo: 6000 Valor Alto: 6000  
 Tam. de Brida: PLG Tipo: MEDIDOR MAGN

Localización Actual: [ ] Archivo: [ ]

Historial Listado Param. Instrucciones Descripción Archivo

F\_TRANSMISOR\_HOJA\_MAESTRA BDPATA AARGUETA CENTRAL AGRO INDUSTRIAL GUATEMALCA, S.A.

Registro: 1/7 (OSD) (DB6)

Esta imagen representa la información que es recopilada de un transmisor, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 45. Hoja maestra turbina**

Menu General de Opciones - [SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO "MIEL" (Hoja maestra de equ...)]

Acción Edición Consulta Bloqueo Registro Campo Ventana Ayuda

Placa Especificaciones Adicionales

Codigo Equipo: TUR 001 Descripción: TURBINA

Marca: TERRY Modelo: [ ]  
 Tipo: [ ] Sensor: [ ]

CONDICIONES DE DISEÑO

Potencia: 500 HP Velocidad: 4000 RPM  
 Presión Entrada: 250 PSIG Temperatura Entrada: 450 °F  
 Presión Escape: 20 PSIG Tipo Gobernador: PJD

CONDICIONES MAXIMAS

Velocidad Máx: 5000 RPM Velocidad Diseño: 4000 RPM  
 Presión Entrada Máx: 250 PSIG Temperatura Entrada Máx: 450 °F  
 Presión Escape Máx: 20 PSIG Primer Control: RPM Segundo Control: RPM

No Escape Cortes: 1 No Escape Patro: [ ]

Localización Actual: [ ] Archivo: [ ]

Historial Listado Param. Instrucciones Localidades

F\_TURBINA\_HOJA\_MAESTRA AARGUETA AARGUETA CENTRAL AGRO INDUSTRIAL GUATEMALCA, S.A.

Registro: 1/7 (OSD) (DB6)

Esta imagen representa la información que es recopilada de una turbina, que es ingresada al sistema MIEL.

**Figura 46. Hoja maestra válvula**

Placa: 307  
Codigo Equipo: VALV  
Modelo: EB-AS13  
Zona: EF19865  
Clase: 30  
Tamaño Campo: 2 MARIPOSA PLG  
Tamaño Actual: CILINDRO PIST  
Acción: DORJE EFECTO  
Posicionador:  
Localización Actual: PC 111 EJE MOTOR DE BOMBA ALIMENTADORA 1

Esta imagen representa la información que es recopilada de una válvula Automática, que es ingresada al sistema MIEL.

## 5.8 Reportes del sistema de mantenimiento

**Tabla XXXVII. Reporte del sistema de mantenimiento**

R\_Actividad.RDF  
R\_Actividades1.RDF  
R\_Archivos.RDF  
R\_Equipos.RDF  
R\_Grupos.RDF  
R\_Historial.RDF  
R\_HistorialLocalidades.RDF  
R\_HojaMaestra.RDF  
R\_HojaMaestra1.RDF  
R\_Instrucciones.RDF  
R\_ListadoPartes.RDF  
R\_Localidades.RDF  
R\_Minstrucciones.RDF  
R\_ParametroEquipo.RDF  
R\_Parametros.RDF  
R\_Problemas.RDF

## **6. PROPUESTA DEL PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

La propuesta del plan de seguridad e higiene industrial, se basa en la necesidad que se tiene en las áreas de patio de caña y molinos, dentro del Ingenio Madre Tierra, ya que se presentan riesgos físicos para los empleados, así como acciones de riesgo llevadas a cabo por los mismos trabajadores. Actualmente no se tiene un programa de seguridad bien definido, ya que es escueta la manera en que se protege la vida de los trabajadores.

Dentro de este estudio se hace notar la necesidad e importancia de implementar al 100% el programa de seguridad dentro de las instalaciones, específicamente en patio de caña y molinos, donde se presentan altos índice de ruido y partículas en el aire como lo es el bagacillo que es el producto final de proceso de molienda de la caña.

Se debe hacer notar que un programa de seguridad industrial es el conjunto de actividades de planeación, ejecución y control que permiten mantener a los trabajadores y a la empresa, con la menor exposición a los peligros del medio laboral. Para lo cual se propone los siguientes aspectos que concierne a seguridad e higiene industrial:

- 1 Formación de comités de seguridad
- 2 Inspecciones de trabajo
- 3 Factores de riesgos de accidentes
- 4 Preparación para casos de emergencia
- 5 Planes de emergencia
- 6 Señalización

## 7 Rutas de evacuación

**Inspecciones de trabajo:** estas inspecciones detectarán condiciones físicas inseguras en las operaciones de cada una de las áreas en estudio, con éstas también se visualizarán prácticas de trabajo inseguras. Para llevar a cabo una buena inspección se deben identificar en las áreas:

- a) Sistemas de registros
- b) Análisis de riesgos

a) **Sistemas de registros:** sirven para llevar un registro de todas las actividades concernientes a la seguridad, así como de accidentes y condiciones inseguras. Este sistema de registro debe de fundamentarse no sólo en ver los riesgos existentes, sino en imaginar situaciones, que en ciertas circunstancias pueden ser fuentes de riesgos, el inspector debe de tener curiosidad por todo lo que ve y prever ciertos problemas que puedan presentarse.

b) **Análisis de riesgo:** se realiza en base a un estudio, tanto físico como psicológico, basado en la inspección directa del centro de trabajo, y debe realizarse continuamente.

Factores físicos:

- Edificaciones
- Zonas de estacionamiento
- Paredes
- Techos
- Pasillos

- Iluminación
- Temperatura
- Ruido
- Ventilación

Factores psicológicos:

- Uso de procedimientos impropios
- Desempeño inadecuado de labores
- Obviar advertencias y/o instrucciones
- Distracciones
- Experiencia
- Habilidad
- Estabilidad emocional

### **6.1.3 Administración y dirección**

El desarrollo del presente plan de seguridad industrial gira entorno a una buena administración y dirección; dependiendo del buen desempeño de estos dos elementos, así será el desarrollo del plan. El patrón administrativo utilizado es la formación de comités de seguridad.

**1. Comités de seguridad:** cada unidad operativa o área de trabajo debe de tener un comité de seguridad, la formación de estos comités por áreas de trabajo queda a cargo de los supervisores de cada área, pero estará comandado por un comité general el cual quedará integrado por:

- Gerente General de Ingenio
- Superintendente de mantenimiento
- Coordinador de seguridad
- Supervisor administrativo

Como máximo se deberán tener 8 personas integrando el comité, las personas restantes pueden ser asignadas por el gerente y poder aplicar una rotación de personal periódicamente, con el fin de involucrar a todos empleados en el programa.

#### **6.1.4 Capacitación al personal operativo**

La capacitación debe ser una orientación sobre las reglas de seguridad que se brindará a los trabajadores, cuando sean nuevos. El primer día se dará orientación como parte de un programa de inducción, se deben de dar a conocer las reglas y brindar una copia de las mismas. Cuando un trabajador es recontratado o ubicado en un puesto nuevo, dentro de las áreas en mención, será necesaria una reorientación sobre las reglas de seguridad, indicándole los cambios en procedimientos, equipos, materiales, etc.

Esta orientación debe de incluir:

- Áreas de mayor riesgo
- Equipo de protección personal
- Manejo de materiales e identificación de materiales
- Utilización de equipos contra incendios
- Mantenimiento del lugar de trabajo (limpieza)
- Reglas de seguridad



## **6.2 Reglas organizacionales**

Estas son reglas o instrucciones que se presentan al personal que labora en las áreas de patio de caña y molinos del Ingenio Madre Tierra, contienen las principales formas de prevenir o actuar de una manera adecuada, con lo cual no suceden accidentes.

### **6.2.3 Rutas de evacuación**

Las rutas de evacuación son elementos de señalización importantes ya que de estas depende la salvación o puesta a salvo del personal que labora dentro del ingenio.

Estas rutas de evacuación son representaciones gráficas de los pasillos, accesos o salidas de emergencia, especiales y recomendadas para la evacuación rápida y segura de los empleados y personas existentes en el área a la hora de presentarse una emergencia. Estos pasillos o rutas de evacuación conducen a un lugar seguro.

En este punto de reunión el encargado o los encargados de prestar auxilio ante las emergencias se encargan de contar al personal, de verificar que todos estén a salvo y que no exista ninguna persona en riesgo dentro de las instalaciones. Además, prestan primeros auxilios a las personas que hayan salido afectadas, lesionadas o heridas, al momento de presentarse la emergencia o catástrofe. Se ha hacer saber que el mejor punto de reunión dentro del ingenio es el Patio de caña ya que posee una gran extensión de espacio libre de cualquier obstáculo en tierra y aire. (Ver anexo No.1).

#### 6.2.4 Señalización

Su principal fuente de aplicación es llamar la atención de los trabajadores sobre determinadas áreas y condiciones de peligro, con la aplicación de esta señalización se pretende identificar lugares y las situaciones de riesgo por medio de señales o símbolos, fáciles de interpretar para los trabajadores. Se presenta la simbología a utilizar, en ésta se detalla la descripción de cada símbolo.

En la siguiente tabla se detallan los tipos de señalización que deben ser empleados en las áreas de patio de caña y molinos.

**Tabla. XXXVIII Tabla de señalización a utilizar en Patio de caña y molinos**



Continuación



Continuación



En la siguiente tabla se menciona el contenido de un reglamento de seguridad que deberá aplicarse dentro de las áreas en estudio.

### **Tabla XXXIX. Reglamento de seguridad industrial**

Cabe mencionar que un reglamento de seguridad es el conjunto de reglas importantes que sirven como guía para un desempeño eficiente y la disminución de condiciones y actos inseguros.

La gerencia de Madre Tierra preocupada por la salud y buen desempeño de sus trabajadores, hace de su conocimiento las siguientes reglas generales de seguridad e higiene, las cuales son obligatorias en cualquier lugar y actividad que se realice dentro de la empresa.

- 1 Todo trabajador nuevo, transferido o promovido debe ser instruido en las presentes reglas y en las que son específicas al puesto de trabajo a desempeñar.
- 2 Cualquier tipo de lesión debe ser atendido inmediatamente y así mismo reportarla al encargado inmediato.
- 3 Están prohibidos los juegos dentro de la planta.
- 4 Reporte las condiciones inseguras al supervisor de área
- 5 No usar anillos, ropa suelta, relojes, cadenas o cualquier prenda que facilite que una máquina en movimiento lo atrape o arrastre.
- 6 Se prohíbe fumar dentro de cada una de las áreas
- 7 Toda persona debe de tener su área de trabajo limpia, ordenada y libre de riesgos.
- 8 Toda persona es responsable el estado de su herramienta y de mantenerla en su lugar cuando no está en uso.

## Continuación

- 9 Es prohibido operar maquinaria, equipo o herramienta sin la debida autorización.
- 10 Las máquinas no deben ser operadas sin las guardas de protección y/o sin los dispositivos de seguridad.
- 11 No usar herramientas defectuosas y no sustituir una herramienta por otra que no haya sido diseñada para el trabajo especificado.
- 12 La reparación de maquinaria o equipo debe ser efectuada únicamente por personal autorizado.
- 13 Es prohibido correr en las áreas de trabajo, siempre camine.
- 14 En el área de trabajo y pasillos es obligatorio el uso de uniformes y equipo de protección personal.

### 6.3 Normas generales

La propuesta del plan de seguridad industrial tiene, como fin, el asesorar y estimular a la institución para que desarrolle y mantenga programas que brinden procesos y métodos de trabajo adecuados, para mantener una protección efectiva de la seguridad y salud de los trabajadores.

### **6.3.5 Cuidado de los equipos**

Todo operario o trabajador que haga uso de determinado equipo deberá conocer y entender bien su funcionamiento, características y limitaciones, así como las medidas de seguridad para su manejo u operación.

Todo equipo de trabajo tiene sus funciones específicas y limitaciones, en ninguna circunstancias deberá utilizarse un equipo para funciones o tareas para las que no haya sido diseñado, como por ejemplo del uso de un polipasto de 250 libras que quiera ser utilizado para levantar una maquinaria que pese 350 libras.

### **6.3.6 Orden y limpieza**

Mantener el orden y limpieza en las áreas de trabajo es un objetivo de primordial importancia. La administración está obligada a proporcionar los insumos e implementos indispensables para mantener el orden y la limpieza en las áreas de trabajo.

Aparte el personal específicamente destinado a mantener el orden y limpieza de las áreas en estudio, cada trabajador será responsable de mantener el orden y la limpieza en su lugar de trabajo. Los supervisores son también responsables por el orden y limpieza de las áreas y deben velar por corregir cualquier anomalía en este sentido.

En este sentido el Ingenio ha encontrado un éxito al aplicar el programa de 5's dentro de las áreas de trabajo, ya que se hace mención que es obligación de cada trabajador de mantener en orden y limpio su lugar de trabajo.

### **6.3.7 Líquidos inflamables**

Para evitar cualquier condición insegura en las áreas de patio de caña y molinos respecto del lugar donde se utilizan líquidos inflamables (gasolina, diesel, lubricantes, etc) se deben seguir los siguientes pasos:

- Controlar las fuentes de ignición como llamas o soldadura cerca de líquidos inflamables.
- Ubicar fuentes eléctricas lejos de estos líquidos.
- Utilizar medidas de protección contra incendios, los cuales pueden ser; extintores, mangueras para agua, etc.

### **6.3.8 Almacenamiento de materiales**

El adecuado almacenamiento o manejo de materiales es de vital importancia, en las áreas de trabajo para que el personal de la empresa labore en condiciones seguras evitando, al máximo, riesgos y daños en los materiales a utilizar.

El manejo de materiales implica tres operaciones básicas: levantar, transportar y bajar objetos. Las recomendaciones que se deben tomar en cuenta durante el almacenamiento o manejo de materiales dentro de las áreas de trabajo son las siguientes:



- a) Levantar objetos en forma correcta haciendo la fuerza con las piernas y no con la espalda.
- b) El transporte de objetos pesados debe hacerse por varias personas.
- c) El transporte de objetos alargados como escaleras y tubos debe hacerse con la parte delantera levantada.
- d) Transportar la carga distribuida en ambos brazos, para mantener el balance del cuerpo.
- e) Siempre que sea posible los objetos demasiado pesados deben transportarse mecánicamente.
- f) Preparar las operaciones y los métodos en forma tal que se eliminen las situaciones peligrosas.
- g) Utilizar el equipo de protección personal, como fajas y gabachas de cuero.

También debe contarse con un instructivo para el manejo mecánico de materiales para que sea más seguro, siempre y cuando el operador del equipo este capacitado para hacerlo.

**Tabla XL. Equipo utilizados para el manejo mecánico de materiales**

<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Puente grúa</b>	<p>Es un sistema mecánico provisto de poleas, fajas y cadenas que al accionarse producen un movimiento vertical de un gancho metálico, capaz de levantar una carga y pueden ser accionados mecánica y eléctricamente. Las medidas de seguridad que se deben tomar en cuenta, en cuanto a su uso son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Utilizar el puente grúa o polipasto de acuerdo con la capacidad de carga.</li> <li>b. La botonera de control al igual que el motor debe ser antiexplosiva y el sistema se debe conectar a tierra.</li> <li>c. Verificar que las cadenas de carga se encuentren libres y en buen estado.</li> <li>d. Sujetar la carga en forma segura y balanceada utilizando ganchos y cadenas de amarre si es necesario.</li> <li>e. Al levantar la carga situarse en los alrededores del punto de carga, nunca debajo del puente.</li> <li>f. El los polipastos provistos de movimiento lateral, hay que efectuarlos lentamente y de ser posible sujetar la carga para evitar el balanceo o derramamiento de la misma.</li> </ol>
<b>Carretillas de mano</b>	<p>Son simples, de fácil operación y bajo costo. Se utilizan para movilizar artículos individuales o cantidades pequeñas de materiales.</p>

## Continuación

Algunas recomendaciones en el uso de carretillas son:

- a. Seleccionarla de acuerdo con el material que se va a transportar, y el peso del mismo. Las carretillas normales tienen capacidad de carga entre 600 y 1200 libras.
- b. Antes de cargar la carretilla, revisar su funcionalidad: llantas, ejes, materiales, estructura.
- c. Colocar el objeto en forma balanceada y distribuida en el área de carga de la carretilla.
- d. Asegúrese de que el objeto se encuentra firme y equilibrado antes de iniciar el movimiento.
- e. Es mejor empujar que jalar pues el dominio sobre la carretilla es mayor y se evita quedar atrapado por ella en algún desnivel del piso.
- f. Revisar el área por donde se conducirá el objeto, esta debe encontrarse libre de obstáculos y en buenas condiciones para que las llantas puedan desplazarse sin interferencia que pueda desbalancear la carga.

### **Vehículos motorizados**

Es el vehículo más utilizado para el transporte interno de la planta es el montacargas de tenedor o contrapeso,

## Continuación

El cual esta diseñado para transportar carga sobre el mecanismo llamado tenedor que va sujeto a un mástil montado frente al vehículo, y es accionado por diesel. Las normas y principios para su adecuado uso son:

- a. Operarlos solo en áreas autorizadas, no se deben operar en áreas en donde se almacenan líquidos inflamables, o bien en áreas cerradas en donde produzcan contaminación.
- b. Revisar periódicamente la limpieza del tenedor, poleas, etc.
- c. Asegurarse de que se tiene total visibilidad.
- d. No se deben levantar pesos que excedan la capacidad del montacargas.
- e. Asegurar la carga antes de iniciar el movimiento. Colocarla al fondo del tenedor y dirigir el mástil hacia atrás.
- f. Retroceder cuando la carga no permita la visión hacia el frente.
- g. Cuando exista falla en el sistema hidráulico esperar que un mecánico autorizado lo repare.
- h. Apagar inmediatamente el motor al terminar de utilizar el vehículo.
- i. El montacargas no esta diseñado para llevar pasajeros.
- j. No se debe conducir a alta velocidad, porque la estabilidad de las llantas es pobre al ir a velocidad alta o en curvas cerradas.

## **6.4 Equipos de protección personal**

El equipo de protección personal muchas veces resulta incomodo a los trabajadores, pero sus ventajas que supone el uso de prendas de protección personal, supera las molestias y los inconvenientes que tengan.

Lo que debe hacerse es concientizar al trabajador acerca del uso del equipo, para que no lo tome como una imposición.

Deben existir extintores en las áreas donde se estén almacenando materiales.

- Para la empresa se sugiere utilizar el extintor de polvo químico seco, el cual es efectivo para fuegos clase “A”, “B” y “C”, cuyo efecto es la interrupción de la reacción en cadena.
- Todo operario debe estar provisto del equipo de protección personal apropiado para las operaciones que realicen.

### **6.4.1 Normas de uso del equipo de protección**

Estas son normas que cada operario de patio de caña y molinos deben adoptar y ponerlas en práctica desde que se inicie el sistema de seguridad. Mediante estas normas se tendrá una protección física adecuada.

Normas generales del equipo protector:

- Utilización de zapatos adecuados al trabajo desempeñado
- Uso indispensable de gafas protectoras de ojos
- Al maniobrar objetos con temperaturas altas usar guantes o manoplas
- Utilizar elementos protectores de oídos, nariz y boca
- Protegerse la cabeza
- Uso obligatorio de uniforme

Para definir el equipo de protección personal específico, se realizaron observaciones y consultas con los supervisores de cada área para su diseño óptimo.

#### **a) Protección para ojos**

El riesgo que se presenta en patio de caña y molinos más frecuente es la incrustación de bagazo en los trabajadores, que presenta un riesgo, ya que el bagazo permanece suspendido en el aire, en partículas produciendo ardor en los ojos e incluso puede llegar el caso de introducirse una astilla dentro del ojo produciendo alguna lesión en el mismo.

Para solucionar este problema es necesario usar gafas o anteojos protectores. Los anteojos de seguridad constituyen la forma más básica de protección, hoy en día se requiere que los mismos tengan una cobertura frontal y lateral, siempre que se trabaje en presencia de partículas de bagazo suspendidas en el aire.

Entre los tipos de lentes están los siguientes:

- Lentes de seguridad
- Gafas protectoras
- Escudos faciales
- Cubiertas completas

Cuando se utilizan lentes de prescripción médica, se debe utilizar lo siguiente:

- Gafas protectoras, otros artículos protectores diseñados para ajustarse sobre los lentes de prescripción.
- Lentes de seguridad, con vidrios de seguridad de prescripción.

#### **b) Protección facial**

Dentro de la industria del azúcar el problema del bagacillo afecta también las vías respiratorias, introduciéndose por vía oral lo que produce problemas respiratorios, por lo tanto para estos casos es indispensable el uso de mascarillas protectoras

#### **c) Protección auditiva**

Debido a los problemas ocasionados por el ruido en patio de caña y molinos es necesario el uso de tapones protectores de oídos, con lo cual se logra minimizar en gran medida este problema. Los tapones para los oídos ofrecen la mayor protección, y los más efectivos son los tapones de espuma que se ajustan al canal auditivo.

La manera de insertar los tapones de oídos es la siguiente:

- Presionar el tapón con los dedos de la mano para disminuir su grosor
- Colocar adecuadamente dentro del canal auditivo
- Después de insertarlo, mantener en su lugar con el dedo durante unos segundos para asegurar que se ajuste adecuadamente al expandirse.

#### **d) Protección para la cabeza**

En las áreas de patio de caña y molinos, junto con la mayor parte de la fábrica es imposible saber en qué momento podría caer algún objeto sólido, ya sea por el descuido e algún trabajador o por casualidad. Por lo tanto, el uso del casco de seguridad es imprescindible para transitar con seguridad en los pasillos del área de trabajo.

Los cascos están diseñados para proteger al trabajador de impactos y penetraciones si algún objeto llega a golpear la cabeza, lo mismo que de choques eléctricos.

#### **e) Protección para manos y brazos**

Unos de los principales riesgos que corre un trabajador en el área de trabajo son el sufrir una quemadura por el uso de mangueras con agua caliente para lavado de las instalaciones, por lo tanto se recomienda usar guantes de cuero o lona. Los primeros son utilizados, principalmente para manipular



objetos calientes, con rebordes ásperos y cortantes, etc.; y los otros, son utilizados para soldar y evitar quemaduras de escorias calientes de la operación.

#### **f) Protección para los pies**

Para la protección de los pies la única solución existente es el uso de botas de seguridad con suela y puntera de metal para evitar la introducción de algún objeto afilado que se encuentre en el suelo apuntado hacia arriba.

### **6.5 Normas de seguridad contra incendio**

Las normas de seguridad contra incendio buscan evitar o reducir el riesgo de situaciones de emergencia y asegurarse, en caso de que se presente, de que se reconozcan y se eliminen en forma oportuna y eficaz.

El equipo de protección contra incendios deberá ser colocado apropiadamente y estas áreas se deben señalar de acuerdo con las normas del ingenio. Los extinguidores deberán mantenerse en buenas condiciones de servicio, para garantizar lo anterior se debe inspeccionar el equipo a cada cierto tiempo.

Todos los operarios deberán ser capacitados en el manejo y uso de los extintores en casos de emergencia, los cuales deberán ser instalados en las paredes u otros lugares donde tengan un fácil acceso y a una altura máxima de 1.25 metros, medidos hasta su base.

Todos los operarios deberán conocer las clases de fuego, sus características de combustión y el tipo de agente extintor que debe usarse en cada caso, se propone dar a conocer lo anterior por medio de carteles de información dentro de las áreas de estudio.

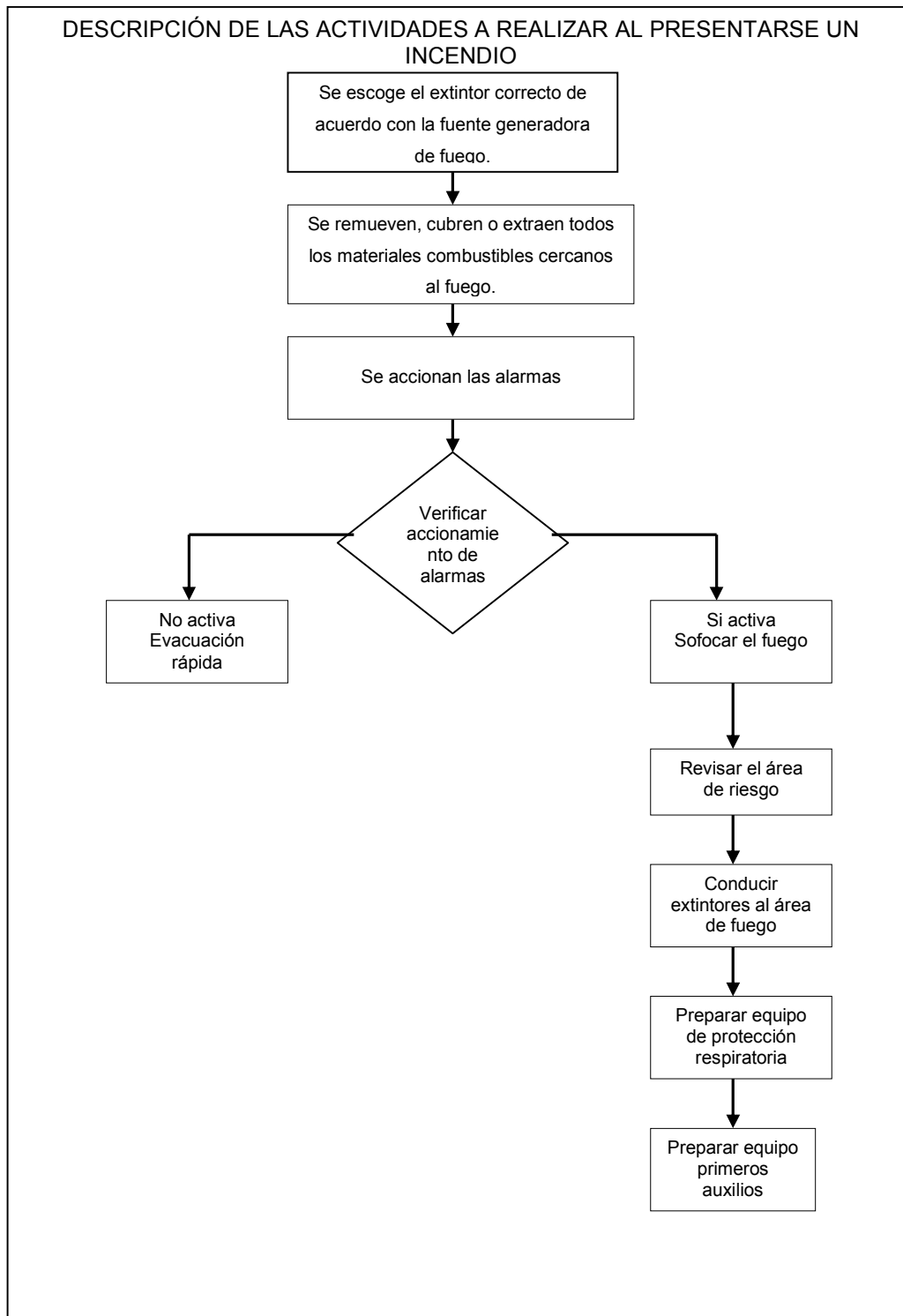
- **Fuego clase “A”:** son los que involucran materiales como el papel y la madera. Entre los agentes extintores se encuentran el agua, la soda-ácido y el polvo químico seco.
- **Fuego clase “B”:** son los que involucran aceites y líquidos inflamables. Entre los agentes extintores se encuentran la espuma química, el bióxido de carbono y el polvo químico seco.
- **Fuego clase “C”:** son los que involucran equipo y materiales eléctricos. Entre los agentes extintores se encuentran el polvo químico seco y el Halón 1211 y 1301.

La preparación para casos de emergencia (incendio o catástrofes) del personal del ingenio es indispensable para el desarrollo del sistema de seguridad. Se presenta la secuencia de actividades que se deben desarrollar al presentarse una emergencia.

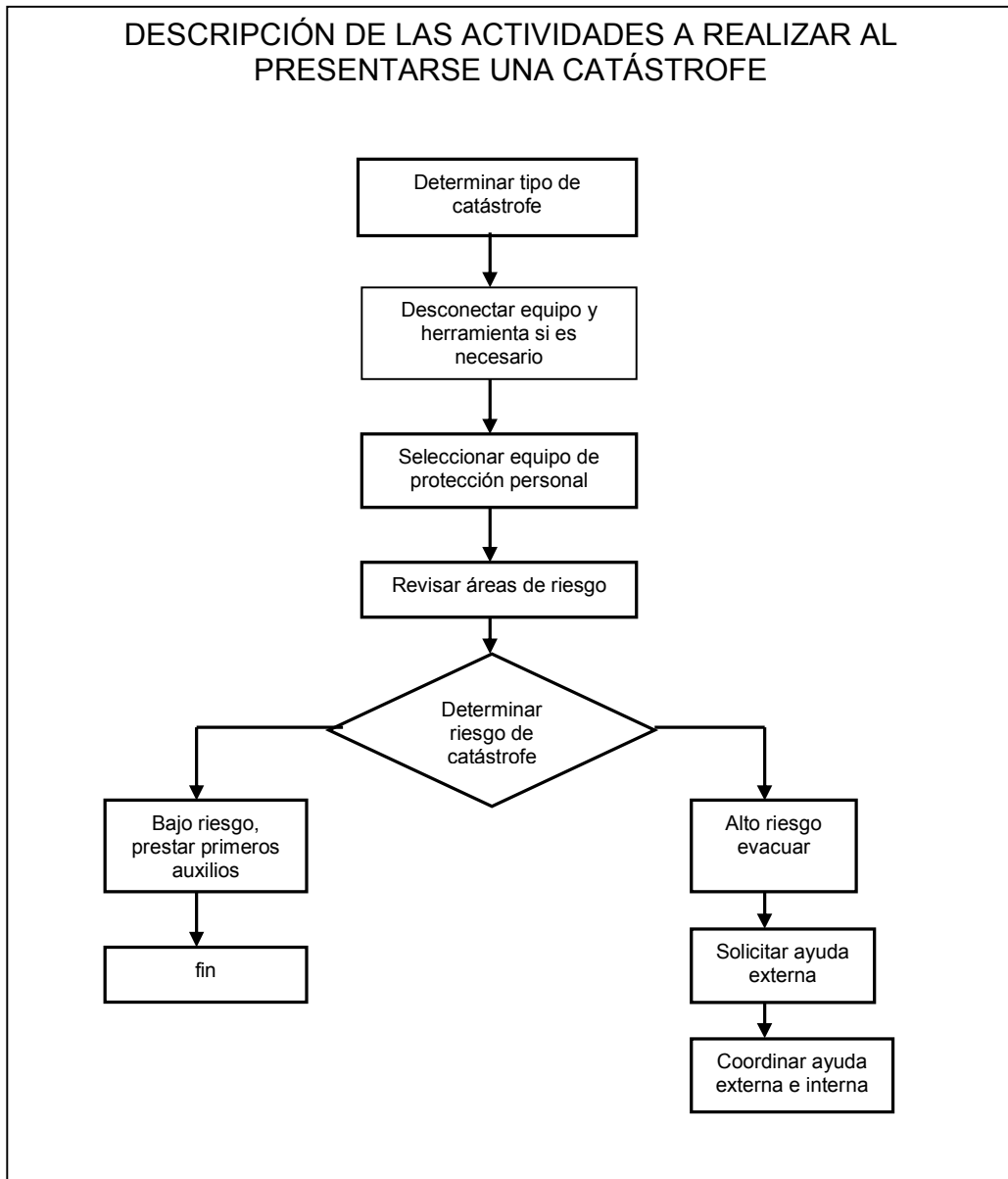
### **Cómo utilizar un extintor portátil:**

- 1 Hale el pasador
- 2 Apunte la boquilla del extintor hacia la base de las llamas
- 3 Apriete el gatillo mientras que mantiene el extintor en posición vertical
- 4 Mueva la boquilla de lado a lado, cubriendo el área de fuego con el agente extintor.

**Figura 47. Flujograma de actividades al presentarse un incendio**



**Figura 48. Flujograma de actividades al presentarse una catástrofe**



### 6.5.1 Asignación de extintores en áreas de trabajo

En las áreas operativas del patio de caña y molinos están presentes los riesgos de incendio ya que el producto final del proceso (bagazo) es altamente inflamable, debido a esto se deben colocar extintores del tipo ABC. La distribución de los extintores por área de trabajo es la siguiente, en el anexo 2 se propone la distribución de los extintores.

**Tabla XLI. Asignación de extintores en patio caña y molinos**

Área o Departamento	Cantidad de extinguidores				Total Existencia
	10 lb.	15 lb.	20 lb.	125 lb.	
Patio de caña	0	0	2	2	4
Molinos	0	0	3	3	6

**Figura 49. Formato de inspección de extintores**

INSPECCIÓN DE EXTINTORES						
Núm.	Marca	Tipo	Peso-presión	Limpieza	Ubicación	Observ.
Recomendaciones:						
Fecha: _____						
Hora: _____						
_____			_____			
Vo.Bo. Empresa			Inspector			

## 6.6 Control del Plan de seguridad e higiene industrial

Para tener un desarrollo de todas las actividades concernientes al programa de seguridad e higiene industrial, es importante llevar estadísticas de los casos de seguridad que puedan presentarse dentro de las áreas en estudio, patio de caña y molinos, debido a esto se propone tener un control en la implementación del plan de seguridad e higiene industrial.

### **6.6.3 Registros**

Esta es una hoja en la cual se presenta de forma escrita los aspectos generales de un accidente, el cual se puede presentar en cualquiera de las dos áreas en estudio. Se presenta la gravedad de la lesión, así como las condiciones y el agente que provocó el accidente con el fin de llevar un registro y corregir esas condiciones inseguras. Se presenta una breve descripción del accidente con el fin de tener una conceptualización de la forma que se dio y tomar las precauciones del caso para posteriores trabajos en el área.

### **6.6.4 Informes**

Este sistema de informes estadísticos se desarrollará con base en la lista y el registro de accidentes anteriormente descrito, los cuales permiten la revisión y evaluación del desempeño en materia de seguridad e higiene industrial. Deberán ser llevados en todos los niveles gerenciales y de supervisión en las operaciones, con la finalidad de medio el desenvolvimiento seguro de los equipos de trabajo.

La responsabilidad de todos los aspectos de los programas de seguridad deber ser asignada y comunicada para que así los gerentes y supervisores entiendan cabalmente lo que se espera de ellos, así como los resultados que se esperan de los equipos de trabajo.



**Figura 50. Formato de registro de accidentes**

<b>Registro de accidentes</b> <b>Seguridad e Higiene Industrial</b> Ingenio Madre Tierra											
Nombre(s): _____ Fecha: _____ Domicilio: _____	Hora: _____										
Sexo:      Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/>											
Edad: _____											
Ocupación: _____											
Departamento: _____											
No. IGSS: _____											
Tiempo laboral: _____											
Tiempo de desempeño en el puesto de trabajo: _____											
Gravedad de la lesión:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td>No incapacitante</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td>Incapacidad temporal</td><td></td></tr> <tr><td>Tratamiento prolongado</td><td></td></tr> <tr><td>Incapacidad permanente</td><td></td></tr> <tr><td>Muerte</td><td></td></tr> </table>	No incapacitante		Incapacidad temporal		Tratamiento prolongado		Incapacidad permanente		Muerte	
No incapacitante											
Incapacidad temporal											
Tratamiento prolongado											
Incapacidad permanente											
Muerte											
Condición insegura: _____											
Parte afectada del cuerpo: _____											
Agente del accidente: _____											
Condición física insegura: _____											
Tipo de accidente: _____											
Acto inseguro: _____											
Descripción del accidente:											

**Figura 51. Formato de condiciones de seguridad**

Formato de condiciones								
Fecha de inspección:				Departamento:				
	Seguridad Industrial				Higiene Industrial			
Área	Orden y limpieza	Manejo de materiales	Equipo de protección personal	Líquidos inflamables	Almacenaje	Calor	Servicios	Herramientas
Total								
0=Muy malo, 1=Malo, 2=Regular, 3= Bueno, 4=Muy bueno, 5=Excelente								
Observaciones:								

## 6.7 Costos de la implementación del plan de seguridad e higiene industrial

Para poder implementar el plan de seguridad e higiene industrial en el Ingenio Madre Tierra, se hace necesario invertir en material y equipo diseñado para este fin. Se tendrá que invertir en materiales de señalización para afiches o símbolos que serán ubicados estratégicamente en las áreas en estudio.

En lo referente al recurso humano se sugiere invertir en hacer un aumento de salario al encargado de servicios generales que es el que posee actualmente conocimientos generales sobre seguridad industrial y capacitar a las personas que formarán parte del comité de seguridad dentro del ingenio.

La señalización, tanto de las áreas de trabajo como de las rutas de evacuación, se podrá realizar sobre la base de impresión por computadora o pintura especial, para poder reducir los costos de adquisición de estos elementos y utilizar recursos existentes dentro de la institución, papel, plástico adherible, madera y otros.

**Figura 52. Costos de implementación del plan de seguridad**

Material y/o equipo	
Materiales para señalización	Q 1550.00
Útiles de escritorio y oficina	600.00
Equipo de protección personal	31799.00 *
Total	Q33929.00

### Continuación

<b>Capacitación</b>	
Capacitación al personal	Q130.00 por día
Total	Q130.00 por día
Carga de los extintores	Q1260.00
<b>Costo total del plan de seguridad</b>	
Material y equipo	Q33929.00
Capacitación (5 personas por 3 días)	1950.00
Carga de extintores	1260.00
<b>Total</b>	<b>Q37139.00</b>

\* Nota: con referencia a las diferentes cotizaciones que se realizaron para dar a conocer el costo de los equipos de protección personal se tiene la siguiente información:

Casco de protección	Q 95.00
Guantes	18.50
Careta para esmerilar	40.90
Lentes de protección para la vista	29.50
Tapones para oídos	15.00
Mascarillas de protección	30.00
Careta para soldar	60.00
<b>Total</b>	<b>Q288.90</b>

Esta cantidad se multiplica por los 110 trabajadores dando un total de **Q31779.00**

## CONCLUSIONES

- 1 Las áreas de patio de caña y molinos no cuentan con un programa de mantenimiento preventivo, razón por la cual las actividades se realizan basados en el concepto del mantenimiento correctivo. Se diseñó una programación y calendarización de actividades necesarias e indispensable para poder llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo.
- 2 La cultura de mantenimiento se logra mediante un proceso de sensibilización y capacitación continua, enfocada al personal encargado de la reparación y operación de la maquinaria y equipo.
- 3 El departamento de mantenimiento no tiene un archivo técnico de los equipos, por lo cual se reditúa en un descontrol en la ejecución del mantenimiento. Se diseñaron fichas o formatos de control para cada una de las máquinas, las cuales contienen la información precisa para poder llevar a cabo el programa de mantenimiento. Esto se realizó con la finalidad de hacer más ágil la búsqueda de la información técnica y así poder efectuar el mantenimiento a la maquinaria en el momento adecuado, antes que se presente la falla.

4. Debido a que en la planta se corren riesgos y existen ciertas condiciones inseguras que han provocado lesiones en el personal, se elaboró un plan de seguridad e higiene industrial con el objetivo de cumplir con las exigencias de las instituciones encargadas de velar porque se cumplan los reglamentos emitidos en el Ministerio de Trabajo y del IGSS, también se asegura el buen funcionamiento de la planta libre de riesgos y condiciones inseguras y mejorar la productividad del trabajador ofreciéndole técnicas de manejo, equipo de protección y seguridad en su trabajo.
  
5. Por el tipo de proceso de la planta, se presentan distintos riesgos para la salud del trabajador, como por ejemplo, altos niveles de polvo. Es necesario que se proporcionen equipo de protección personal, en las áreas de patio de caña y molinos, con esto se asegurará el bienestar de los trabajadores, logrando un mejor desempeño en sus actividades de trabajo.

## **RECOMENDACIONES**

### **A la Gerencia de fábrica:**

- 1 Revisar periódicamente el programa de mantenimiento preventivo, para adaptarlo al envejecimiento natural de la maquinaria, equipos y a las nuevas exigencias de servicio de la maquinaria moderna.
- 2 Imprimir copias del plan de seguridad e higiene industrial y proporcionarlas al personal de reciente contratación.
- 3 Priorizar las actividades de mantenimiento preventivo, sobre las correctivas, con el objeto de maximizar la vida útil de la maquinaria y equipo reduciendo los costos de operación.

### **Al Superintendente de mantenimiento:**

- 1 Implementar un proceso de capacitación a nivel operativo de patio de caña y molinos, enfocado a los sistemas: mecánico, eléctrico, instrumentación y lubricación de la maquinaria y equipos, con el objetivo de efectuar las reparaciones de mantenimiento más eficaces y eficientes, aumentando el nivel técnico de las mismas y por ende la disponibilidad y vida útil de la maquinaria.
- 2 Utilizar de una manera eficiente los descriptores de puestos y funciones para aprovechar el recurso humano existente en el departamento.

- 3 Mantener debidamente preparado al grupo que conforma el departamento de mantenimiento para que puedan ejecutar adecuadamente los trabajos que le sean asignados.

**Al personal de supervisión:**

- 1 Es necesario que todo el personal de supervisión, realice su trabajo orientado a mejorar las condiciones y evitar riesgos, especialmente en las áreas de patio de caña y molinos, en donde el peligro es latente.
- 2 Respetar estrictamente la señalización y las normas de seguridad e higiene industrial, para evitar accidentes en las áreas de trabajo.

**Al personal operativo:**

- 1 El personal operativo debe de estar consciente de los riesgos que corre en los puestos de trabajo y deben hacerse responsables del uso y cuidado del equipo de protección personal que le sea suministrado.
- 2 Cumplir con las actividades establecidas en cada procedimiento del plan de seguridad e higiene industrial.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Albanés Casasola, Felipe Antonio. Estudio para la introducción de un Programa de Seguridad Industrial. Tesis ingeniero industrial, USAC, 1995
2. Arellano Samayoa, Byron Estuardo. Montaje de un conductor de bagazo y administración del mantenimiento. Tesis ingeniero mecánico, USAC, 1998
3. Enrique Dounce Villanueva. **Productividad en el mantenimiento Industrial**. Editorial CECSA.
4. James C. P. **Manual del azúcar de caña**. Editorial Limusa, Noriega Editores. 1982
5. López Berganza, Mario Vinicio. Administración del mantenimiento. Tesis ingeniero mecánico, USAC, 1995
6. Marks, **Manual del ingeniero mecánico**. 8va edición. México: Editorial Mc Graw Hill. 1993
7. Rosales, Roberto C; y Rice, James O. **Manual del mantenimiento Industrial**. México, Editorial Mc Graw Hill. 1990
8. Trittech Guatemala, **Catálogo**
9. [WWW.PAINDA.COM.AR/CATALOGO/PRODUCTOS.HTML](http://WWW.PAINDA.COM.AR/CATALOGO/PRODUCTOS.HTML)





