

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL EN
ÁREAS OPERATIVAS DEL INGENIO TULULÁ, S.A. E INVESTIGACIÓN DE
LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE SUS TURBINAS DE VAPOR,
RECOMENDANDO ACCIONES DE SEGURIDAD DURANTE SU
FUNCIONAMIENTO**

TÉSIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

JOSE LUIS PALACIOS VILLATORO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1,999

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS.
VOCAL 1º.	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA.
VOCAL 2º.	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ.
VOCAL 3º.	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA.
VOCAL 4º.	BR. OSCAR STUARDO CHINCHILLA GUZMÁN.
VOCAL 5º.	BR. MAURICIO ALBERTO GRAJEDA MARISCAL.
SECRETARIA	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS BAIZA DE ILLEZCAS.

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS.
EXAMINADOR:	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA.
EXAMINADOR:	ING. JUAN MERK COS.
EXAMINADOR:	LUIS ANTONIO TELLO CASTRO.
SECRETARIA:	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS BAIZA DE ILLESCAS.



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.G.014.99

Guatemala, 3 de febrero de 1999.

Señor
Ing. Juan Merck Cos
Coordinador Unidad de Prácticas de
Ingeniería y E.P.S.
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente. -

Señor Coordinador:

Por medio de la presente informo a usted, que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario JOSE LUIS PALACIOS VILLATORO, procedí a revisar el Informe Final de la Práctica Supervisada, cuyo título es: " PROGRAMA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL EN AREAS OPERATIVAS DEL INGENIO TULULA, S.A. E INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES DE OPERACION DE SUS TURBINAS DE VAPOR, RECOMENDANDO ACCIONES DE SEGURIDAD DURANTE SU FUNCIONAMIENTO ", el cual lo encuentro satisfactorio.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico realizado a empresas del sector productivo, en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Deferentemente,

"... Y ENSEÑAD A TODOS "

FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
SUPERVISOR DE E. P. S.
Ejercicio Profesional Supervisado
Ing. Luis Antonio Tello Castro
asesor-Supervisor de E.P.S.
Area de Ingeniería Mecánica-Industrial

LAT/latc

c.c.: Archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.010.99

Guatemala, 3 de febrero de 1999.

Señor
Ing. Francisco Gómez Rivera
Director de la Escuela
de Ingeniería Mecánica-Industrial
Facultad de Ingeniería,USAC
Presente.-

Señor Director:

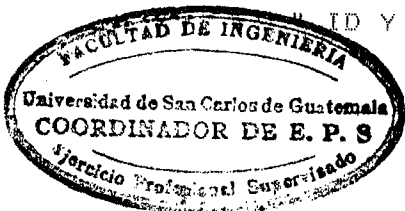
Por medio de la presente, envío a usted el Informe Final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), titulado: **PROGRAMA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL EN AREAS OPERATIVAS DEL INGENIO TULULA, S.A. E INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES DE OPERACION DE SUS TURBINAS DE VAPOR, RECOMENDANDO ACCIONES DE SEGURIDAD DURANTE SU FUNCIONAMIENTO.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario **JOSE LUIS PALACIOS VILLATORO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero **Luis Antonio Tello Castro**.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, y existiendo la **APROBACION** del mismo por parte del Asesor-Supervisor, esta **COORDINACION** también **APRUEBA** su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,



Ing. JUAN HERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S

JMC/latc
c.c.: Archivo
Adjunto Informe Final



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **PROGRAMA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL EN AREAS OPERATIVAS DEL INGENIO TULULA, S.A. E INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES DE OPERACION DE SUS TURBINAS DE VAPOR, RECOMENDANDO ACCIONES DE SEGURIDAD DURANTE SU FUNCIONAMIENTO**, presentado por el estudiante universitario José Luis Palacios Villatoro, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

DI Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, agosto de 1999.

emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **PROGRAMA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL EN AREAS OPERATIVAS DEL INGENIO TULULA, S.A. E INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES DE OPERACION DE SUS TURBINAS DE VAPOR, RECOMENDANDO ACCIONES DE SEGURIDAD DURANTE SU FUNCIONAMIENTO**, presentado por el estudiante universitario José Luis Palacios Villatoro, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Ing. Francisco Gómez Rivera
DECANO EN FUNCIONES



Guatemala, agosto de 1999

emds

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS** Omnipotente creador a quien exalto por iluminarme, fortalecerme y darme sabiduría durante toda mi vida.
- A MIS PADRES** Quienes me dieron la vida, el respaldo moral y económico, así como la posibilidad de ofrecerles este logro alcanzado.
- A MIS HERMANOS** Quienes compartieron y comprendieron mis experiencias en la misma generación.
- A MI NOVIA** Por su amor, apreciaciones y consejos.
- A HUEHUETENANGO** Mi casa, ciudad de mi niñez y juventud, de recuerdos para siempre.
- A GUATEMALA** Mi nación, para contribuir a su desarrollo.
- A LA USAC** Por formarme como profesional al servicio de mi país.
- A MIS AMIGOS** Instituciones, familias y compañeros que colaboraron para alcanzar este objetivo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
GLOSARIO	VIII
INTRODUCCIÓN	XII
OBJETIVOS	XIV
HIPOTESIS	XV
1. EL INGENIO TULULÁ	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Estructura	4
1.3 Planos de planta de fábrica y T.M.T.	7
2. ESTUDIO	9
2.1 Diagnóstico de riesgos y accidentes	9
2.2 Fábrica	12
2.2.1 Diagrama de operaciones del proceso en planta	12
2.2.2 Breve descripción	16
2.2.2.1 Reporte diario de fabricación	18
2.3 Breve descripción T.M.T. (taller, maquinaria y transportes)	19
2.3.1 Inventario de maquinaria y equipo agrícola	19
2.4 Breve descripción área agrícola	20
3. SEGURIDAD INDUSTRIAL	25
3.1 Equipos de protección	25
3.2 Resguardos de las máquinas	27
3.3 Riesgos químicos	29
4. HIGIENE INDUSTRIAL	31
4.1 Importancia del buen orden y limpieza	31
4.2 Contaminación del aire	32
4.2.1 Generalidades	32
4.2.2 Términos utilizados para clasificar los diferentes Contaminantes	32
4.2.3 Naturaleza de los peligros de la contaminación del aire	35
4.2.4 Algunos métodos para controlar los peligros de los contaminantes aéreos	36

4.3	Ventilación Industrial	38
4.3.1	Generalidades	38
4.3.2	Ventanas	39
4.3.3	Extracción local	39
4.4	Iluminación	39
4.4.1	Generalidades	39
4.4.2	Niveles de iluminación	41
4.4.3	Calidad de la iluminación	41
4.5	Ruido	44
4.5.1	Generalidades	44
4.5.2	Métodos para controlar el ruido	46
4.6	Temperaturas extremas	48
4.6.1	Ropa protectora	49
4.6.2	Movimiento del aire	49
4.6.3	Resguardos o barreras	49
4.6.4	Reemplazo de los líquidos del cuerpo perdidos debido al calor	50
4.7	Colores	50
4.7.1	Acondicionamiento del color en la industria	50
4.7.2	Beneficios de la codificación de colores adecuada	50
5.	MANUAL DE POLÍTICAS, NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL	51
5.1	Políticas de seguridad e higiene ocupacional	51
5.1.1	Política de investigación	51
5.1.2	Política de servicio de salud	51
5.1.3	Política de protección y acondicionamiento de las instalaciones, maquinaria y equipo	52
5.1.4	Política de asignación de equipo de protección personal	52
5.1.5	Política de capacitación - prevención	52
5.1.6	Política de prescripción de responsabilidad	53
5.2	Normas en áreas operativas	53
5.2.1	Normas aplicables en fábrica, T.M.T. y área agrícola	53
5.2.2	Otras normas aplicables en fábrica y T.M.T.	70
5.2.3	Otras normas aplicables en fábrica	79
5.2.4	Otras normas aplicables en T.M.T.	86
5.2.5	Otras normas aplicables en el área agrícola	91
5.2.6	Evacuaciones	101

5.2.7	Organización de la seguridad e higiene en el trabajo	105
5.3	Procedimientos generales de seguridad e higiene ocupacional	110
5.4	Sanciones	125
5.5	Disposiciones finales	126
6.	PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL	129
6.1	Actividades estratégicas	129
6.2	FODA del programa de seguridad e higiene ocupacional	130
6.3	Planeación	132
6.3.1	Concepción del sistema de seguridad e higiene ocupacional	132
6.3.2	Implantación del sistema de seguridad e higiene ocupacional	136
6.3.3	Evaluación de los resultados	137
7.	PLANEACIÓN OPERATIVA DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL	139
7.1	Colocación de señales en tableros eléctricos de fábrica y recomendación para la colocación de emparrillados plásticos en los mismos	139
7.2	Asignación de dispensadores de agua fría en fábrica y T.M.T.	142
7.3	Asignación de equipo de protección personal a trabajadores de áreas operativas	144
7.4	Asignación de extinguidores a áreas operativas y no operativas	152
7.5	Asignación de botiquines de primeros auxilios a fábrica y T.M.T.	155
7.6	Depósitos de basura en fábrica, T.M.T. y lugares públicos del ingenio	158
7.7	Asignación de camillas a áreas operativas	161
7.8	Recomendación para la colocación de lámparas en el taller mecánico	163
7.9	Recomendación para la colocación de señales y avisos de seguridad e higiene en áreas operativas	164
7.10	Recomendación para el diseño de sanitarios y regaderas en fábrica y T.M.T.	167
7.11	Recomendación para la colocación de tapaderas para canales de desechos en fábrica y T.M.T.	170
7.12	Recomendación para la asignación de casilleros metálicos (lockers) para los trabajadores en fábrica y T.M.T.	174
7.13	Recomendación para la asignación de cajas de almacenamiento de herramientas en fábrica y T.M.T.	176
7.14	Recomendación para el aislamiento de tuberías peligrosas de fábrica	178
7.15	Recomendación para la colocación de resguardos para maquinaria	180
7.16	Recomendación para el mejoramiento de andamios, escaleras y barandas en fábrica	183
7.17	Recomendación para la codificación de tubería e instalaciones de fábrica	185
7.18	Recomendación para la colocación de luces de emergencia en fábrica y T.M.T.	191
7.19	Recomendación para la colocación de señalizaciones viales en el casco de la finca del Ingenio Tululá	194
7.20	Recomendación para la formación de la brigada de bomberos del Ingenio Tululá	197
7.21	Recomendación para la conformación del comité de seguridad e	

	higiene ocupacional	199
7.22	Recomendación para la implementación del sistema de monitoreo en riesgo/daño del programa de seguridad e higiene ocupacional	201
7.23	Recomendación para la implementación del programa de capacitación en seguridad e higiene ocupacional	205
7.23.1	Plan de capacitación	206
8.	OPERACIÓN EFICIENTE DE LAS TURBINAS DE VAPOR DEL INGENIO TULULÁ, S.A. ACCIONES DE SEGURIDAD AL OPERARLAS	217
8.1	Listado de símbolos	217
8.2	Glosario	217
8.3	Tipos de turbinas y principios de funcionamiento	220
8.3.1	Descripción general	220
8.3.2	Partes de una turbina	222
8.3.3	Turbinas de acción y reacción	226
8.3.4	Turbinas de contrapresión y condensación	231
8.4	Utilización de turbinas de impulso en el movimiento de conjuntos mecánicos de ingenios azucareros	233
8.4.1	Bombas de alimentación de calderas	233
8.4.2	Ejes de cuchillas de picadoras de caña	234
8.4.3	Molinos de caña	234
8.4.4	Ventiladores de tiro forzado y tiro inducido de calderas	235
8.4.5	Turbogeneradores	235
8.5	Cálculo de eficiencias térmicas y consumos de vapor de las turbinas utilizadas en el Ingenio Tululá, S.A.	236
8.5.1	Cálculos para el funcionamiento teórico	236
8.5.2	Cálculos para el funcionamiento real	240
8.5.3	Comentarios	245
8.6	Factores determinantes en el rendimiento de una turbina de vapor	247
8.6.1	Consumo de vapor	247
8.6.2	Condiciones de vapor de entrada y salida	248
8.6.3	Potencia y velocidad a desarrollar	248
8.6.4	Pérdidas en el curso del vapor	249
8.6.5	Pérdidas mecánicas por venteo y fugas	249
8.6.6	Rendimiento de la expansión del vapor	249
8.7	Modificación de las condiciones que hacen ineficiente la operación	250
8.7.1	Condiciones de vapor	250
8.7.2	Pérdidas en el curso del vapor	251
8.7.3	Toberas y álabes	251

8.7.4	Pérdidas por sellos	252
8.7.5	Colado de vapor	252
8.7.6	Adiestramiento	252
8.8	Mantenimiento de una turbina de vapor	252
8.8.1	Inspecciones diarias, semanales y mensuales	252
8.8.2	Verificación del funcionamiento correcto del equipo nominal y auxiliar	254
8.8.3	Limpieza, revisiones y cuidados	257
8.8.4	Desmontaje anual y revisiones de todas sus partes	259
8.9	Acciones de seguridad al operar turbinas de vapor	263
CONCLUSIONES		265
RECOMENDACIONES		268
REFERENCIAS		270
BIBLIOGRAFÍA		272
ÍNDICE DE ANEXOS		273

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Página
1	Organigrama funcional división industrial	4
2	Organigrama funcional división T.M.T.	5
3	Organigrama funcional área agrícola	6
4	Plano de planta de fábrica	7
5	Plano de planta de T.M.T.	8
6	Diagrama de operaciones del proceso (fase I)	12
7	Diagrama de operaciones del proceso (fase II)	13
8	Diagrama de operaciones del proceso (fase III)	14
9	Resumen del diagrama de operaciones del proceso	15
10	Fincas propias y arrendadas del Ingenio Tululá, S.A.	21
11	Diseño de botiquín	157
12	Diseño de depósito de basura	160
13	Diseño de camilla	162
14	Diseño de sanitarios	169
15	Diseño de casilleros (lockers)	175
16	Diseño de caja para herramientas	177
17	Diseño de resguardo para máquinas	182
18	Diseño de lámpara de emergencia	193
19	Diseño de señalizaciones	195
20	Croquis vial ingenio	196
21	Esquema básico de una turbina de vapor	221
22	Partes de una turbina de vapor de impulsión	225

23	Turbina de impulsión de una etapa, con regulador	227
24	Turbina con escalonamiento curtis	228
25	Turbina con escalonamiento rateau	229
26	Turbina de reacción	230
27	Turbina del tipo contrapresión	232
28	Turbina del tipo condensación	233
29	Límites permisibles de desalineación de una turbina	262

TABLAS

No.	Título	Página
I	Resultados de producción de las últimas 9 zafras	2
II	Resultados de producción de la zafra 1997 – 1998	2
III	Proyecciones futuras de producción	3
IV	Niveles de exposición al ruido permisibles	47
V	Niveles de presión de sonido típicos	48
VI	Datos de placa de las turbinas de vapor del Ingenio Tululá, S.A.	238
VII	Resultados de funcionamiento teórico	239
VIII	Datos para el funcionamiento real de las turbinas de vapor del Ingenio Tululá, S.A.	242
IX	Resultados de funcionamiento real	243
X	Consumo de vapor teórico y real de cada turbina	244

GLOSARIO

- Alcalizado** Proceso en el cual se tienen tanques dotados de agitadores y en los que se mezcla cal con agua hasta una densidad deseada, para su posterior mezcla uniforme con el flujo de guarapo o crudo.
- Bagazo** Es el material fibroso sólido que sale de la descarga del último molino del tándem, después de la extracción del jugo. En un ingenio, es el combustible usado para el calentamiento del agua y producción de vapor.
- Centrífuga** Máquina en la cual los cristales que contienen la masa cocida son separados de las mieles o jarabes que los rodea, por la acción de una fuerza centrífuga.
- Chorra** Espacio entre dos surcos, que los cortadores utilizan para depositar las semillas o la basura de las cañas.
- Clarificación** Proceso que tiene como objetivo principal eliminar la cantidad máxima de impurezas del jugo, tan pronto como lo permitan otras consideraciones tales como la claridad y la reacción del jugo claro.
- Cogollo** Brotes verdes del extremo superior de las cañas.

Cristalización	Operación subsidiaria en la cual la masa cocida se agita lentamente mientras pierde la temperatura a la que abandonó el tacho y se aproxima a la de la atmósfera que la rodea. La disminución progresiva de la temperatura disminuye la solubilidad y hace que siga ocurriendo la cristalización.
Decibelímetro	Instrumento utilizado para medir la intensidad del ruido.
Esmeril	Herramienta que contiene una roca negruzca compuesta de corindón granoso, mica y óxido de hierro, que raya o pule a todos los cuerpos, excepto el diamante.
Evaporación	Operación que extraer agua del jugo por vaporización, mediante la aplicación de calor.
Guarapo	Jugo que es exprimido por los molinos o retenido por el bagazo, al que se aplica la corrección por presencia de agua de imbibición.
Herbicida	Producto químico que combate el desarrollo de la maleza.
Higiene Ocupacional	Es el conjunto de conocimientos y técnicas dedicadas a reconocer, evaluar y controlar aquellos factores del ambiente, psicológicos o tensionales, que provienen del trabajo y que pueden causar enfermedad o deteriorar la salud.
Imbibición	Proceso en el cual se aplica agua o jugo al bagazo para diluir y mezclarse con el guarapo que contiene este último.

Insecticida	Sustancias químicas con efecto negativo sobre la viabilidad o fertilidad de los insectos.
Látex	Sustancia lechosa, en general blanquecina, que corresponde al jugo de las células que componen los tubos latíferos, compuesto por agua, proteínas e hidratos de carbono. Sirve para la obtención de materias industriales como el hule, etc.
Masa cocida	Concentrado de meladura en el cual ha cristalizado el azúcar. Material que se ha concentrado a punto de cristalización.
Meladura	Guarapo concentrado en los evaporadores antes de que se haya extraído de él azúcar alguno por cristalización.
Melaza	Líquido denso y viscoso que se separa de la masa cocida final de baja calidad y del cual no se puede cristalizar más azúcar por los métodos usuales.
Pesticida	Sustancia empleada para combatir los organismos que constituyen plagas de los cultivos, bosques, etc.
Plaguicida	Agente que combate las plagas del campo.
Plantilla	Plantación de caña que se cosecha por primera vez.
Purga	Residuos que en algunas operaciones industriales o en los artefactos se acumulan y se han de eliminar o expeler.

Seguridad Ocupacional	Es el conjunto de conocimientos técnicos y su aplicación, control y eliminación de accidentes en el trabajo, por medio de sus causas. Se encarga igualmente de las reglas tendientes a evitar este tipo de accidentes.
Socas	Cañales que han sido cosechados más de una vez.
Soldadura	La unión localizada del metal producida por calentamiento, con o sin aplicación de presión, y con o sin el uso de metal de aportación.
Sulfitación	Proceso que se utiliza para la fabricación de azúcar blanco y en el cual el guarapo crudo frío se bombea a través de una torre o caja de sulfitación, en contracorriente con el óxido de azufre, para que absorba todo el gas que sea posible.
Tacho	Paila grande cuya función principal es la producción y desarrollo de cristales satisfactorios de azúcar a partir del jarabe que se alimenta.
Zafra	Época en la que se cosecha la caña y se desarrolla el proceso de transformación de la misma, para la producción de azúcar.

INTRODUCCIÓN

La salud de los empleados es importante para una organización, y ésta debe entenderse como un estado completo de bienestar físico, mental y social que permite el desarrollo cabal de la personalidad.

Es importante reconocer que la salud constituye un derecho de toda persona y de ninguna manera una concesión. Todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona. Es entonces una obligación moral para el administrador preocuparse por la salud integral de los miembros de la organización así como por la protección contra accidentes. Una población enferma ve mermados sus ingresos y su productividad.

La seguridad e higiene ocupacional son técnicas preventivas que luchan para lograr el control de los riesgos y la reducción de accidentes y enfermedades profesionales, y son disciplinas encargadas de proteger la salud de los trabajadores.

En el Ingenio Tuluá, S.A., la seguridad e higiene en la ejecución de los procesos se hace necesaria, no sólo para el ordenamiento eficaz y previsión de riesgos potenciales, sino para crear en el trabajador un sentido de protección y una visión de un ambiente y condiciones de trabajo adecuados, lo que lo motiva a ser más productivo.

En el Ingenio se utilizan equipos de seguridad en poca cantidad y no se cuenta con un comité o comisión que vele por la ejecución correcta de los procedimientos de seguridad e higiene y que audite las condiciones y medio ambiente de trabajo. Por ello, y sabiendo del valor del principal recurso de producción para la empresa, se decide evaluar las áreas operativas (Industrial,

Agrícola, TMT) para planificar y ejecutar actividades de seguridad e higiene tendientes a minimizar riesgos y a brindar los servicios adecuados para el trabajador. Para cumplir con lo anterior, es necesario dar a conocer al personal las medidas o lineamientos contenidos en el manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional.

En la presente tesis inicialmente se da información general de la empresa y un marco teórico abarcando aspectos de seguridad e higiene ocupacional. En los siguientes capítulos se desarrolla el programa de seguridad e higiene para el Ingenio, que se enfoca básicamente en las siguientes actividades: elaboración y sensibilización del manual de políticas, normas y procedimientos; planeación estratégica y operativa de seguridad e higiene para la empresa.

En el capítulo final, se investigan las condiciones de operación de las turbinas de vapor utilizadas en la fábrica del Ingenio; específicamente se determinan los valores teóricos y reales de funcionamiento de las variables que intervienen, con el fin de conocer sus eficiencias térmicas y consumos de vapor al operar, para determinar los factores que influyen en su rendimiento y así poder mejorarlos; se recomiendan algunas acciones de seguridad durante el funcionamiento de estas turbinas.

OBJETIVOS

Generales:

- Hacer una evaluación general de las condiciones de seguridad e higiene en las áreas operativas del Ingenio Tumulá, para planear estratégica y operativamente las actividades destinadas a mejorar esas condiciones.
- Determinar las condiciones ideales y reales de funcionamiento de las turbinas de vapor utilizadas en el Ingenio Tumulá, para efectuar el cálculo de sus eficiencias térmicas y consumos de vapor, conociendo los factores que minimizan el rendimiento energético y que pueden ser mejorados.

Específicos:

- Recomendar la reducción de los accidentes laborales mediante la asignación de equipo de seguridad.
- Contribuir al mejoramiento de las condiciones de seguridad e higiene en las áreas operativas del Ingenio Tumulá, S.A.
- Colaborar para la creación de un ambiente seguro y adecuado de trabajo para el personal.
- Lograr que los trabajadores conozcan el manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional.
- Facilitar la obtención de mayor eficiencia en los procedimientos de trabajo.
- Determinar los usos que se les da a las turbinas de vapor en el Ingenio.
- Dar acciones de mantenimiento para las turbinas, y acciones de seguridad al operarlas.

HIPÓTESIS

1. Planteamiento:

Los riesgos a que los trabajadores de las áreas operativas del Ingenio Tululá se exponen, son muchos por variadas actividades. Los accidentes de trabajo suceden en mayor porcentaje en estas áreas, ya sea por no realizar las tareas correctamente, por tener equipo de seguridad inadecuado, o por no utilizar bien o no poseer el equipo requerido.

Suposición:

Los accidentes y enfermedades de trabajo en las áreas operativas pueden ser reducidos ostensiblemente a través de la asignación adecuada de equipo de seguridad (equipo de protección personal, equipo de prevención, señalizaciones) y del conocimiento de los procedimientos correctos de trabajo.

2. Planteamiento:

Pese al uso común de las turbinas de vapor en los ingenios azucareros, pocas operan eficientemente debido a que no existen las condiciones técnicas apropiadas para su buen funcionamiento, lo que trae como consecuencia paros en la producción por el requerimiento de altos consumos de vapor.

Suposición:

Al ofrecer este documento que contendrá los puntos claves para hacer más eficiente la operación de una turbina de vapor, se puede tomar como base para que las condiciones técnicas de su funcionamiento sean similares a las adecuadas.

1. EL INGENIO TULULÁ

1.1 Antecedentes

El Ingenio Tululá es una empresa Agroindustrial guatemalteca nacida en 1904 por iniciativa del señor Antonio Bouscayrol. Ubicado en la finca Tululá, municipio de San Andrés Villa Seca en el departamento de Retalhuleu. El Ingenio Tululá en sus inicios produjo panela a través de trapiches de caña. Posteriormente, fue uno de los primeros en la producción de azúcar, lo que lo hizo contribuir al crecimiento económico de nuestro país, en mayor porcentaje.

No existen antecedentes históricos documentados del Ingenio Tululá, únicamente se cuenta con el testimonio de personas que han trabajado en la empresa desde sus inicios. Lo que sí se puede asegurar mediante información documentada respecto al crecimiento productivo del Ingenio, es que desde 1988 se han venido dando innovaciones sustanciales en todas sus divisiones, fomentando cambios en los métodos de producción agrícola, industrial y tecnológico, así como en la adopción de una cultura administrativa acorde a los tiempos actuales de nuestro mundo. Todo ello se puede reflejar en los resultados obtenidos de producción de azúcar durante las zafras de los últimos nueve años. Estos datos se muestran en la tabla I.

Tabla I. Resultados de producción de las últimas 9 zafras

Zafra	Molienda (Ton/caña)	Producción (qq. azúcar)	Días de zafra	Molida efectiva (Ton/caña/día)	Rendimiento (lb/ton caña)	Gls melaza	Gls/Ton
88/89	196,115.00	384,509.00	145	1,352.52	196.06	1,430,088	7.29
89/90	247,248.00	455,126.00	197	1,255.07	184.08	1,631,261	6.60
90/91	276,224.23	522,700.00	182	1,517.72	189.23	2,089,122	7.56
91/92	289,699.39	562,962.00	198	1,463.13	194.33	2,204,057	7.61
92/93	257,662.31	527,836.00	171	1,506.80	204.86	1,818,959	7.06
93/94	294,826.91	662,250.00	136	2,167.84	224.62	2,177,718	7.39
94/95	358,061.00	701,617.00	170	2,106.24	195.95	2,364,896	6.60
95/96	350,949.32	742,105.00	134	2,619.02	211.46	2,183,413	6.22
96/97	452,981.05	1,023,191.30	142	3,190.01	225.88	2,903,903	6.41

FUENTE: Archivos informativos de la división industrial.

1.2 Presente y futuro

La época de zafra 1997-1998 ha sido una de las mejores en la historia del Ingenio Tululá, S.A., se aprovecharon al máximo los terrenos cultivables de caña de azúcar, u tuvo mayor cantidad estimada de toneladas por hectárea. También, en la producción del azúcar, tuvo mayor rendimiento, un total de 228 lb azúcar/ton. caña , y ocupó el segundo lugar a nivel nacional. En 125 días de zafra se sobrepasó la meta trazada de producción de azúcar (1,100,000 qq.), aumentando en más de 150,000 quintales a la cantidad producida en 142 días de la zafra 1996-1997.

Tabla II. Resultados de producción de la zafra 1997-1998

Zafra	Molienda (Ton/caña)	Producción (qq. azúcar)	Días de zafra	Molida efectiva (Ton/caña/día)	Rendimiento (lb/ton caña)	Gls melaza	Gls/Ton
97/98	518,054.00	1,180,782	125	4,144	228	3,339,240	6.45

FUENTE: Archivos informativos de la división industrial.

Las expectativas de producción para las siguientes cinco zafras a partir de 1998-1999, se dan a conocer en la tabla III. Ello nos demuestra los retos y expectativas trazadas a corto plazo por la empresa, con el fin de expandir su mercado interno y externo, produciendo azúcar nacional con los más altos estándares de calidad.

Tabla III. Proyecciones futuras de producción

Zafra	Ratio Moida (Ton/día)	Moida efectiva (Ton/día)	Caña a moler (Ton)	Producción Azúcar (qq)	Consumo Interno (qq)	Cuota Americana (qq)	Mercado mundial (qq)	Producción Melaza (gls)
1998/1999	5,700	5,130	615,600	1,385,100	394,391	30,000	960,709	3,693,600
1999/2000	6,400	5,760	691,200	1,555,200	419,334	30,000	1,105,866	4,147,200
2000/2001	7,000	6,300	756,000	1,701,000	450,586	30,000	1,220,414	4,536,000
2001/2002	7,500	6,750	810,000	1,822,500	488,312	30,000	1,304,188	4,860,000
2002/2003	8,000	7,200	864,000	1,944,000	533,107	30,000	1,380,893	5,184,000

Tiempo perdido	10	%
Duración zafra	120	Días
Rendimiento	225	Lbs/ton
Melaza	6	Gls/ton

FUENTE: Archivos informativos de la división industrial.

Fig. 1. ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE LA DIVISION INDUSTRIAL

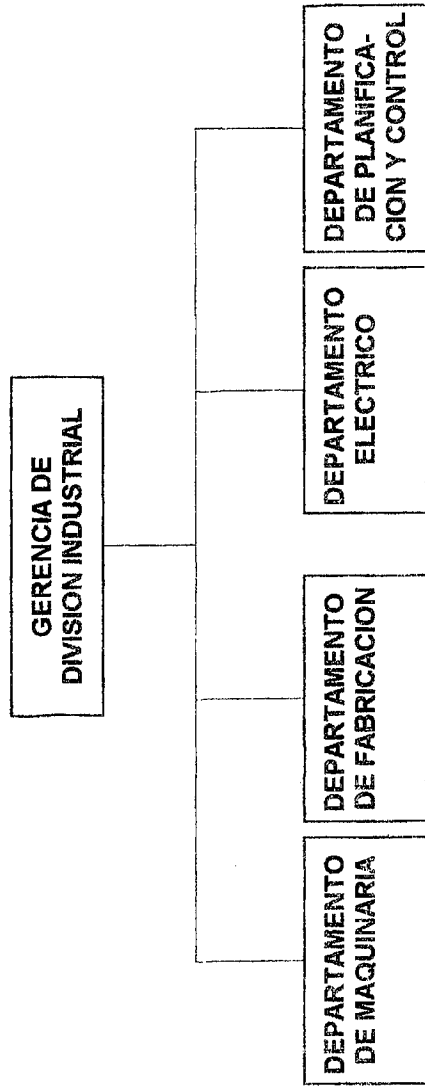


Fig. 2. ORGANIGRAMA FUNCIONAL
 DIVISION DE TALLER, MAQUINARIA Y TRANSPORTES
 INGENIO TULULA S.A.

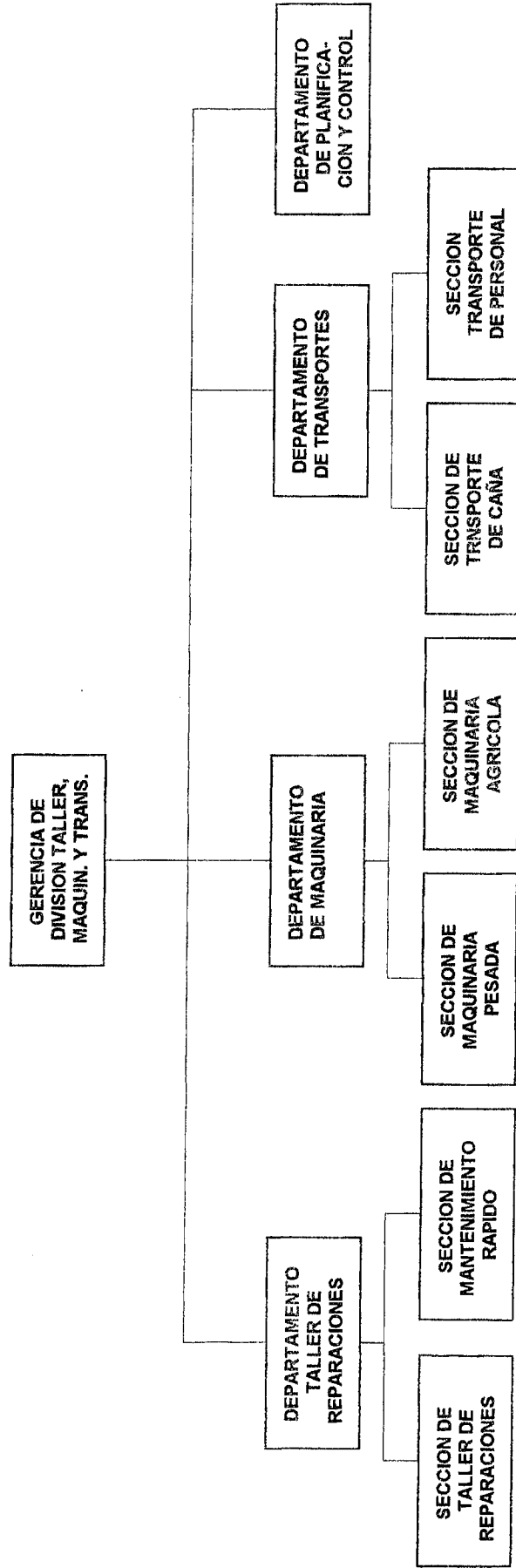
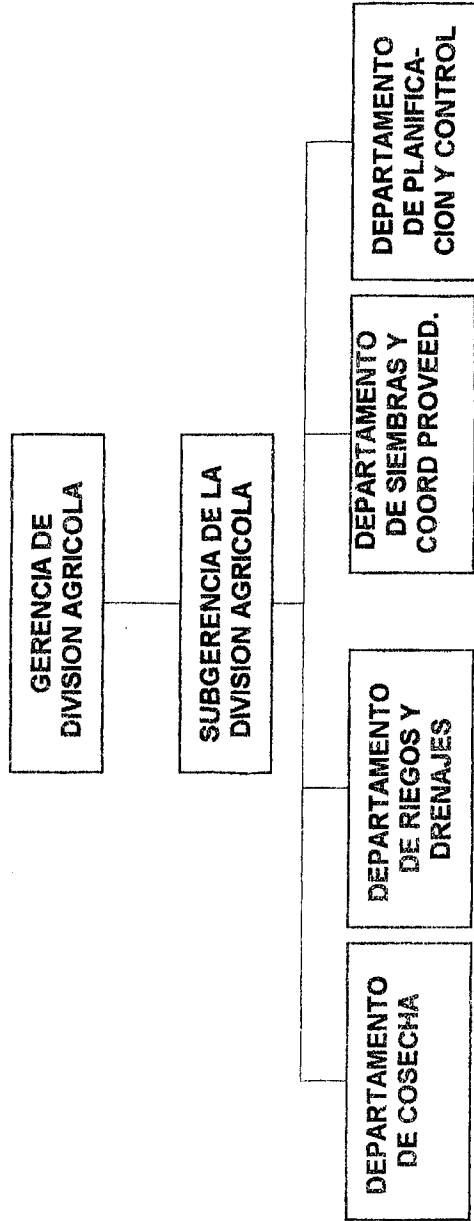


Fig. 3. ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE LA DIVISION AGRICOLA



1.3 Planos de planta de fábrica y T.M.T.

Fig. 4. Plano de planta de fábrica

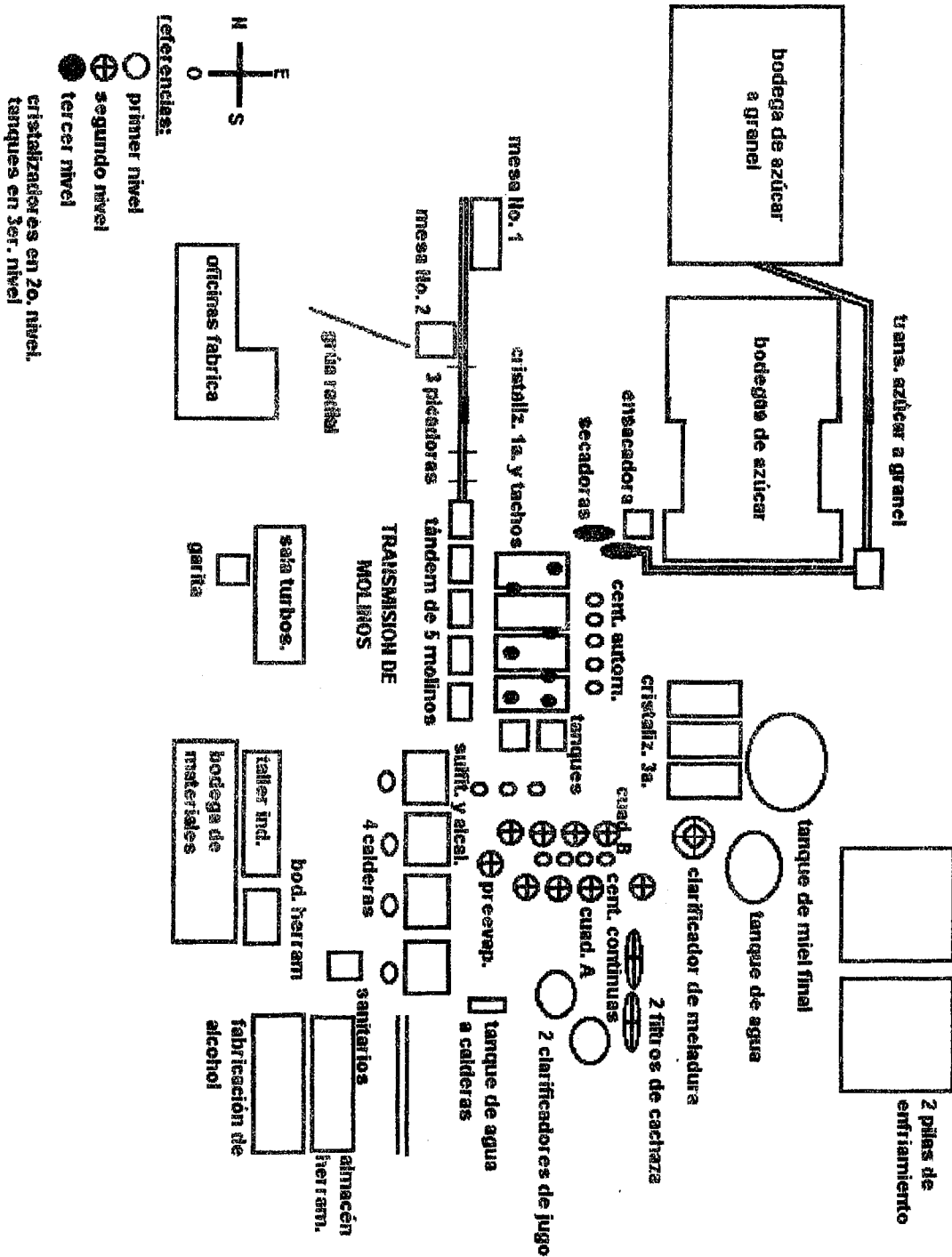
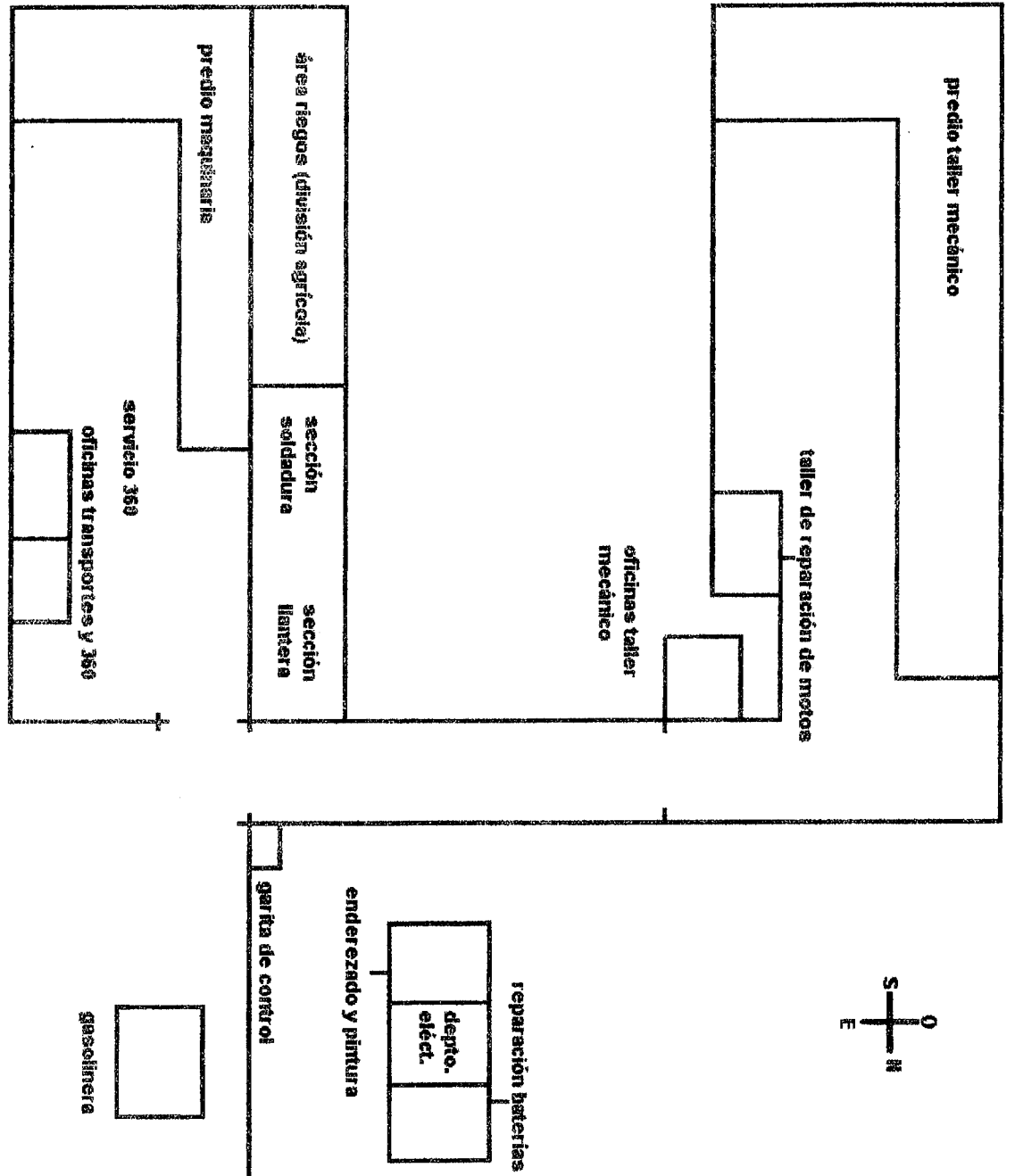


Fig. 5. Plano de planta de T.M.T.



2. ESTUDIO

2.1 Diagnóstico de riesgos y accidentes

El Ingenio Tululá, S.A., en sus áreas operativas (Industrial, Agrícola, TMT), se encuentra en una fase emergente en el tema de seguridad e higiene ocupacional, esto significa que todo el personal está consciente de los riesgos que corre al laborar, pero las actividades de: mejoramiento de la seguridad e higiene, utilización de equipo de seguridad existente y auditoría, no se desarrollan formalmente. Se responsabiliza a la sección de Productividad de la división de Recursos Humanos, de las actividades de seguridad e higiene dentro de la empresa; responsabilidad que anteriormente tenían voluntariamente los mandos medios en el caso de las áreas operativas.

Cada área operativa se divide en varias secciones de trabajo; cada una de estas secciones es evaluada mediante una matriz de requisición de información que se pasa a los supervisores de cada una de ellas. Los formatos contenidos en la matriz requieren datos acerca de: herramientas y maquinaria peligrosas, los riesgos biológicos, físicos y químicos a que los trabajadores se exponen de acuerdo a su actividad, el equipo de protección utilizable, condición y existencia de servicios para el personal, etc. La información que se obtiene indica el peligro en el manejo y operación de máquinas herramientas, molinos, calderas, equipo de soldadura, motores de combustión y eléctricos, bombas, máquinas automotrices propias de las actividades azucareras. También, los procesos y controles de producción de la caña y del azúcar como producto terminado, muestran el peligro en la preparación y aplicación de plaguicidas, fertilizantes, bactericidas, sustancias peligrosas de limpieza, etc. Los equipos de protección personal y de seguridad son insuficientes y poco adecuados para desarrollar las actividades laborales ya que, por ejemplo, no se utilizan protectores auditivos

cuando el promedio en la intensidad del ruido es de 92 dBA en fábrica; en bodega de materiales se presenta el problema de demora para poner en manos de los trabajadores las requisiciones del poco equipo de seguridad. También, avisos y señalizaciones de seguridad hay muy pocos, las condiciones y medio ambiente de las instalaciones deben mejorarse.

Las siguientes estadísticas de accidentes durante la zafra 96-97, reflejan el peligro existente en las áreas operativas del Ingenio Tuluá, S.A.:

Área de trabajo	Cantidad de accidentes
Industrial	38
Agrícola	61
T.M.T.	14

TOTAL 113

Los accidentes más comunes son: golpes y cortaduras en manos y pies al cortar caña, problemas respiratorios al fumigar, tropiezos con materiales, esquirlas en cuerpo y ojos, quemaduras, cortocircuitos, daños al contactar partes móviles.

El problema de las deshidrataciones en el personal de corte de caña, se controla mediante la entrega de suero oral. También, se imparte un curso de "primeros auxilios en el corte de caña" a los caporales y monitores encargados de los frentes de corte, para luego asignarles botiquines para atender los accidentes eficientemente. Estas actividades son desarrolladas por el Centro de Salud del Ingenio.

Por otra parte, en los trabajos de fábrica del Ingenio se tiene como fuente principal de energía térmica al vapor, el que entrega esta energía a las máquinas encargadas para producir el movimiento de elementos mecánicos en el proceso de producción del azúcar. Es normal tener una tubería general que lleva, de las calderas hacia las turbinas, el vapor con sus condiciones de estado respectivas. En los ingenios azucareros es común este tipo de distribución y el Ingenio Tululá no es la excepción. Los datos de placa de las turbinas del Ingenio, demuestran eficiencias bajas en su funcionamiento (entre 10 y 20% aproximadamente). Para elevar esa eficiencia es necesario conocer y atacar los factores que la afectan, contribuyendo al mejor aprovechamiento de la energía del vapor.

En el anexo No. 1 se presenta el modelo de matriz de información que se utiliza para la realización del diagnóstico de riesgos y accidentes.

2.2.1 Diagrama de operaciones del proceso en planta

Fig. 6. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (FASE I)

METODO: ACTUAL
 IDENTIFICACION: AZÚCAR BLANCO Y/O CRUDO
 ANALISTA: JOSE PALACIOS
 INICIA: ENTRADA DE CAMIONES CON CAÑA
 FINALIZA: BAGAZO-JUGO DE CAÑA

FECHA: ENERO DE 1,998
 INGENIO: TULULA S.A.

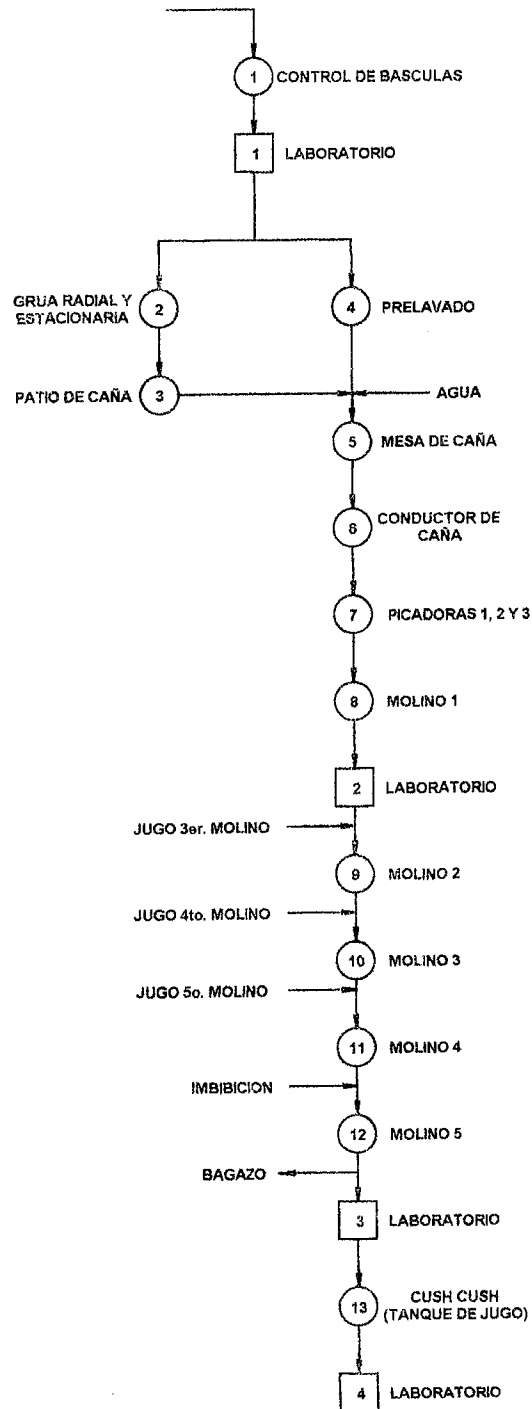


Fig. 7. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (FASE II)

METODO: ACTUAL
IDENTIFICACION: AZÚCAR BLANCO Y/O CRUDO
ANALISTA: JOSE PALAÇIOS
INICIA: BAGAZO DE MOLINOS
FINALIZA: PATIO DE BAGAZO

FECHA: ENERO DE 1,998
INGENIO: TULULA S.A.

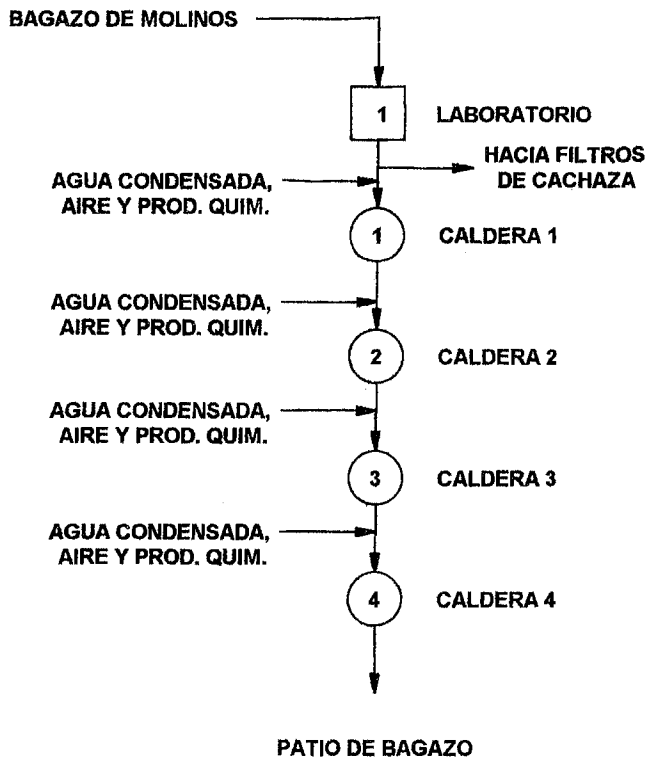


Fig. 8. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (FASE B)

METODO: ACTUAL
 IDENTIFICACION: AZÚCAR BLANCO Y/O CRUDO
 ANALISTA: JOSE PALACIOS
 INICIA: JUGO DE CAÑA (GUARAPO)
 FINALIZA: ENVASADO

FECHA: ENERO DE 1,998
 INGENIO: TULULA S.A.

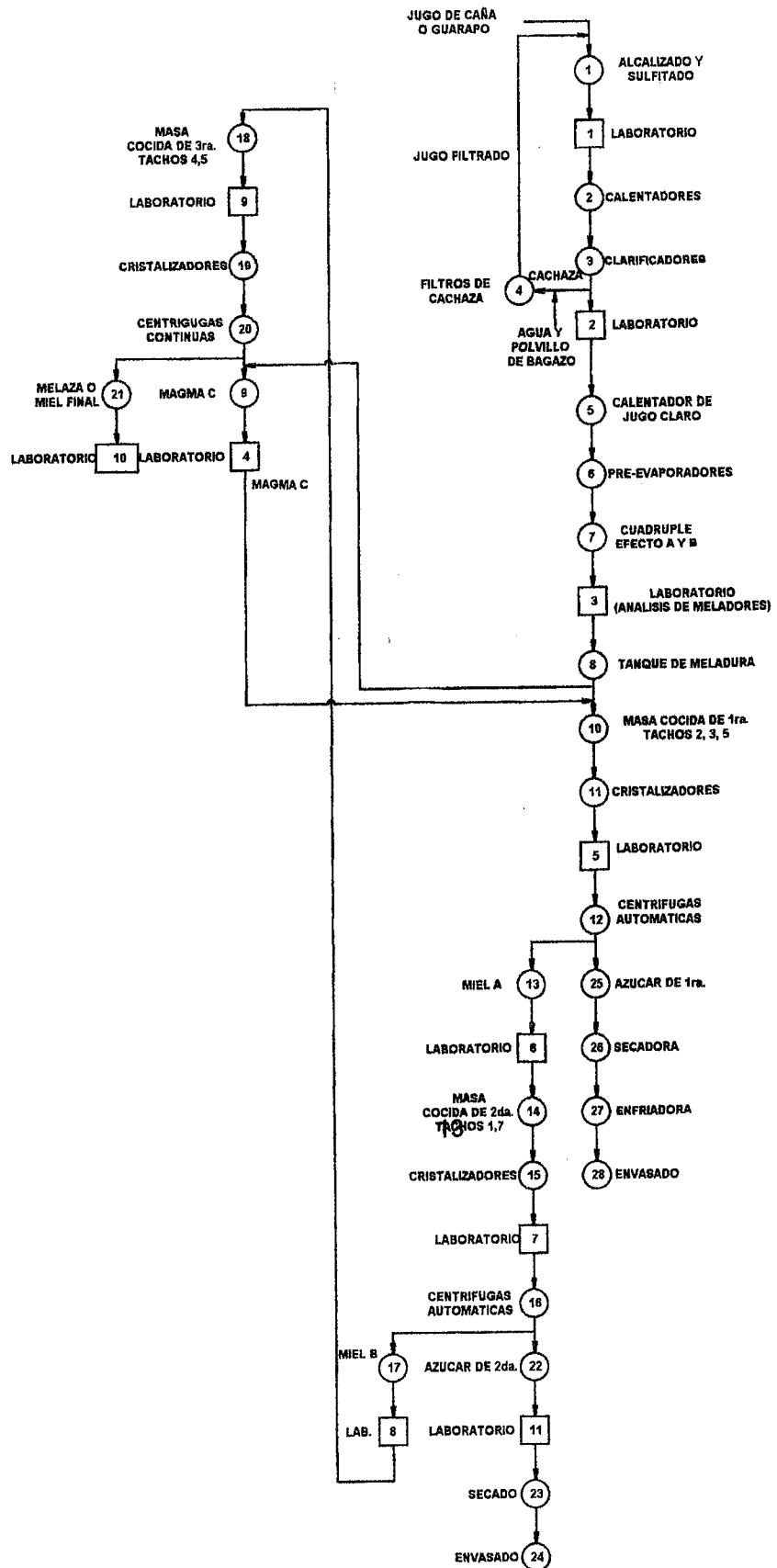


Fig. 9. Resumen del diagrama de operaciones del proceso

Fase I

Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación	○	11
Inspección	□	04

Fase II

Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación	○	04
Inspección	□	01

Fase III

Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación	○	24
Inspección	□	11

2.2.2 Breve descripción fábrica

Ingenio Tululá, S.A. cuenta con un tándem de 5 molinos para desarrollar el proceso de fabricación del azúcar. La capacidad instalada de molienda es de 4,500 toneladas de caña/día con un rendimiento promedio de 226 libras de azúcar/tonelada de caña. Se espera una producción de 1,100,000 quintales durante el tiempo de zafra que va de noviembre 97 a abril 98.

Entre los equipos más importantes, están:

- 1 grúa radial.
- 2 mesas alimentadoras de caña.
- 3 conductores de caña.
- 3 picadoras de caña.
- 15 turbinas de vapor de distintas potencias, para mover varios conjuntos mecánicos.
- 4 calderas, de las cuales 3 son automatizadas, y que utilizan el bagazo de la caña como combustible.
- 2 clarificadores de jugo.
- 2 filtros de cachaza Dorr Oliver de 8' * 16'
- 1 pre-evaporador que distribuye el jugo a un juego de evaporadores de cuádruple efecto.
- 7 tachos de masas cocidas de primera, segunda y tercera.
- 3 centrífugas automáticas.
- 2 centrífugas semi-automáticas.
- 4 centrífugas continuas.
- 3 secadoras de azúcar.
- 1 ensacadora automática de envase.
- 3 bodegas de azúcar, de las cuales 1 se utiliza para almacenar azúcar a granel.

- 2 pilas de enfriamiento alimentadas por varios pozos cavados alrededor del ingenio.
- 4 turbogeneradores.
- 3 plantas de generación eléctrica de emergencia.

Además, se cuenta con tanques de cal, azufre, agua caliente, jugo, meladura, masas cocidas y mieles. Todos estos tanques con distinta capacidad. También se encuentran bombas de impulso de variados modelos y para distintos usos, así como maquinaria motriz indispensable para la reducción de velocidad (reductores) generada por otros equipos.

En el ingenio se produce azúcar blanco estándar, azúcar moreno, azúcar crudo y melaza o miel final.

2.2.2.1 Reporte diario de fabricación

INGENIO "TULULA S.A."

FECHA: 16/4/97

MOLIENDA			PRODUCCION				TIEMPO PERDIDO			
	Hoy	Hasta Hoy	Azúcar (qq)	Hoy	Hasta Hoy	Hrs Hoy	Hasta Hoy	% de Total		
Tons Caña Recibida	1548.72	452981.05	Blanca Superior		2552.28	0.03	34.47	1.01		
Tons Caña Existen			Pol		99.67	0.08	53.97	1.58		
Tons Caña Molida	1669.72	452981.05	Humedad		0.04	5.20	115.68	3.39		
Tons Caña Molida/hr	90.26	173.09	Safety Factor		0.12		61.67	1.81		
Tons Caña Ratio	2166.12	4154.04	Blanca Standard		322903.69		11.12	0.33		
% Pol	10.47	13.58	Pol		99.22		17.08	0.50		
% Fibra	12.50	12.45	Humedad		0.10		17.12	0.50		
% Imbibición	19.16	17.27	Safety Factor		0.12		9.48	0.28		
% Extracción Diluida	91.69	89.98	Morena				3.23	0.09		
% Extracción Normal	72.53	72.71	Pol			0.18	54.95	1.61		
% Bagazo	27.47	27.41	Humedad				19.17	0.56		
% Cachaza	4.68	4.34	Safety Factor							
Imbib % Fibra	153.35	138.79	Cruda	8630.57	697755.47			0.08	0.00	
Extracción de Pol	91.00	92.43	Pol	97.95	97.73			14.73	0.43	
% Tiempo Perdido	22.92	23.21	Humedad	0.63	0.48			5.80	0.17	
Horas Perdidas	5.50	790.90	Safety Factor	0.31	0.21			23.33	0.68	
Días Moliendo	1.00	142.00	Total	8630.57	1023211.44			144.39	4.24	
			Rendimientos					95.33	2.80	
Bagazo			Comercial	516.89	225.88			1.63	0.05	
% Fibra	45.49	45.42	Fábrica	110.59	225.88			7.07	0.21	
% Pol	3.43	3.73	Probable	176.63	239.22			52.60	1.54	
% Humedad	50.12	49.91	Base 96	527.39	230.48			20.85	0.61	
			%Par	394.21	124.21			2.53	0.07	
			W&C	90.80	93.59			2.08	0.06	
			Recuperación Global	241.80	81.47			1.17	0.03	
			BHE	62.61	94.43			21.37	0.63	
			QQ Azúcar Existencia	-6784						
			Galones Miel Final	110646	2903903			5.50	452.62	
			Gls Miel Final/Ton caña	66.27	6.41			171.37	5.03	
ANALISIS DE LABORATORIO						BALANCE DE MATERIALES (lbs/TCM)				
HOY			HASTA HOY			HOY		HASTA HOY		
	Brix	Pol	Pureza	Brix	Pol	Pureza	Brix	Pol	Brix	Pol
Jugo de 1er molino	14.58	12.00	82.30	18.66	16.14	86.49	Caña	258.48	213.76	316.22
Jugo Mezclado	12.78	10.39	81.30	16.18	13.95	86.19	Bagazo	24.12	19.24	24.98
Jugo Residual	4.62	3.61	78.14	4.91	4.02	81.89	Jugo mezclado	234.36	194.52	291.24
Jugo Clarificado	12.70	10.29	81.02	15.45	13.28	86.00	Cachaza Fitr 1	5.28	4.14	1.87
Jugo Filtrado	8.64	6.05	70.02	11.41	8.90	78.03	Cachaza Fitr 2	0.11	0.07	2.88
Meladura	60.46	49.12	81.41	61.56	53.12	86.30	Azúcar Exist	-403.74	-406.30	
Maza "A"	93.67	76.13	81.27	92.38	79.59	86.16	Melaza Exist	-598.50	-256.85	
Maza "B"	94.20	68.24	72.44	94.01	69.81	74.26	Azúcar Prod	513.63	516.89	225.08
Maza "C"	98.80	60.27	61.00	99.05	57.89	58.44	Melaza Prod	661.69	283.94	67.09
Miel "A"	84.48	52.52	62.17	82.47	55.22	66.96	Indeterminado	55.89	52.63	-5.67
Miel "B"	86.75	45.50	52.45	85.33	47.54	55.71				1.23
Jarabe de tercera	56.20	43.20	76.87	67.82	57.94	85.44				
Semilla de tercera	92.67	77.20	83.31	92.40	79.65	86.20				
Miel final	83.50	35.10	42.04	86.35	32.59	37.74				
Cachaza Filtro 1		4.42			4.30					
Cachaza Filtro 2		3.80			3.46					
Cachaza Total	5.75	4.41	76.61	5.47	3.79	69.29				
PRODUCTOS QUIMICOS						DETALLE DE TIEMPO PERDIDO HOY				
	HOY	/100 Ton caña	H. HOY	/100 Ton caña		Motivo	Hrs	Mins		
Bactericida Carbamatos	30	1.80	8234	1.82		Presión baja en calderas		94		
Bactericida Amonio Cuaternario			1899	0.42		Lleno de jugo clarificado.		11		
Acido Fosforico Jugo Diluido	539	32.28	48755	10.76		Pararse tambores de caldera No. 4		42		
Azufre	660	39.53	159170	35.14		Atorarse chiflo de donelli No. 2		5		
Cal	3500	209.62	839060	185.23		Cruzarse conductor vertical de calderas.		12		
Floculante Jugo Alcalizado	20	1.20	3648	0.81		Embargarse conductor vertical de calderas.		10		
Floculante Filtro Cachaza	2	0.12	387	0.09		Atorarse de bagazo conductor No. 1 de calderas.		8		
Anticorrosivante			9738	2.15		Atorarse conductor horizontal de calderas.	2	26		
Acido Fosforico Meladura			18265	4.03		Falta de caña en conductor.		2		
Floculante Meladura			807	0.18						
Peroxido de Hidroge Meladura			4105	0.91		NOTA:				
Tensoactivo	30	1.80	13069	2.88						
Hidrosulfito de Sodio			1870	0.41						
Vitamina "A"			39545	8.73						
Soda caustica evaporacion	9625	576.44	147675	32.60						
Acido Sulfamico			77760	17.17						
Activador caustico	200	11.98	3855	0.85						
Soda ash	1100	65.88	24282	5.36						
Soda caustica calderas	40	2.40	7346	1.62						
Fosfatos	4	0.24	1412	0.31						
Sulfitos	50	2.99	552	0.12						
Antiespumante			952	0.21						
Acondicionador de Lodos	200	11.98	9250	2.04						
Formol			310	0.07						
Total Tiempo Perdido							5	30		

FUENTE: Laboratorio de fabricación, Ingenio Tululá, S.A.

2.3 Breve descripción T.M.T. (taller, maquinaria y transportes)

Esta división es la encargada de proporcionar todos los vehículos y equipo agrícola, debiendo repararlos y darles mantenimiento para el buen desarrollo de los procesos dentro y fuera del ingenio.

2.3.1 Inventario de maquinaria y equipo agrícola en octubre de 1,997

- 51 tractores agrícolas
- 6 grúas de fábrica y campo
- 5 alzadoras de caña
- 4 máquinas pesadas (patrol, retroexcavadora, caterpillar)
- 31 camiones (marcas, modelos y series diferentes)
- 9 buses para el transporte de personal
- 18 vehículos livianos (marcas, modelos y series diferentes)
- 12 motos (marcas, modelos y series diferentes)
- 98 jaulas de arrastre de caña
- 19 chapeadoras
- 5 cultivadoras
- 32 carretones mucos
- 7 cuchillas niveladoras
- 6 fertilizadoras
- 10 motores de agua
- 23 bombas de riego (diferentes marcas)
- 2 arados
- 2 surqueadores
- 2 subsoladores
- 17 tanques de agua
- 1 picadora

- 1 cortadora de pasto
- 2 desbasuradores
- 1 sembradora de maíz
- 1 desgranador
- 2 barrenos
- 6 motosierras

Generadores, compresores, motores eléctricos, etc.

2.4 Breve descripción área agrícola

El área agrícola desempeña todas aquellas actividades que llevan a producir la caña de azúcar, así como prepararla para su posterior transporte hacia la fábrica. labores como: siembras, control de malezas, control de plagas y fertilización, riegos e ingeniería agrícola, corte y alce de caña.

La superficie de suelo utilizable para producir la caña de azúcar se encuentra distribuida en varias fincas, algunas de ellas propias y otras arrendadas. El ingenio transporta caña de las siguientes fincas:

Fig. 1. Fincas propias y arrendadas del Ingenio Tulumá, S.A.

Finca	Tons. de caña compromiso
Tulumá	174,000.00
Santa Ana	22,945.19
Santa Teresa	26,504.27
Santa Julia	33,500.00
Santa Margarita	38,853.54
Maricón Ralda	<u>48,272.22</u>
Total fincas propias	344,075.22
San Luis Bischof	9,789.32
San José Quixquil	10,161.02
Exquijel	5,060.64
Bellos Horizontes	1,945.32
Río Sis	7,195.11
La Unión	1,134.21
Santa Crispina	1,423.14
Jock Ling	2,466.38
Trinidad	2,603.59
La Cruz	2,146.75
Concepción Paz	3,073.51
El Esfuerzo	1,115.23
San Pablo Boxomá	619.01
San José El Compromiso	8,457.25
Camampo Solares	722.62
San Isidro Chang	2,548.56
Los Payos	1,929.59
Agropecuaria Ixpax	2,022.89
Cañasol	34,256.44
La Gloria	4,820.46
San Juan Argueta	3,004.88
Palermo	2,238.08
San Francisco El Flor	2,953.15
Versalles	617.86
San Luis Guzmán	6,425.57
Parcela Montejo	491.88
Chojoja	232.55

Finca	Tons. de caña compromiso
El Perú tonkin	756.53
El Perú	954.57
San Vicente	2,692.53
La Perla	5,400.00
Chacalté y anexos	11,267.51
Utatlán	4,829.17
San Esteban	4,148.21
Perlita II	1,110.70
Zahorí	11.66
Flamenco	454.44
El Carmen	1,583.10
Monte Alegre	455.90
Las Mercedes	631.19
Maricón Sarti	3,444.06
La Lima	735.70
La Fuente	2,698.74
El Tecolote	884.27
San Juan Sarti	1,938.39
El Consuelo	353.15
Las Elviras	407.21
El Recuerdo	225.71
Margaritas	1,687.67
San Francisco La Perla	589.04
San Jorge Reu	192.10
San José Recinos	2,428.56
Buena Vista Almengor	675.22
Nogales	687.22
María Victoria	2,441.94
San Isidro Cervantes	547.28
Mercedes Nieman	207.89
Mirsita	132.06
La Palma	224.90
Total fincas proveedoras	174,251.63
Total general de caña	518,326.85

El ingenio también lleva a cabo actividades secundarias como: producción de hule comercial. Cuenta con una finca alejada del ingenio, y que para 1,995 – 1,996 constaba de 253 hectáreas, de las cuales el 14.62% se encontraba en etapa de crecimiento.

La producción alcanzada en las épocas que se mencionan, asciende a:

Zafra	94/95	95/96
Látex libras secas	1,069,354	1,016,435
Chipa libras secas	81,071	123,617
Coágulo	12,379	
Total de árboles		
En producción	98,500	96,125
En crecimiento	18,621	16,472

3. SEGURIDAD INDUSTRIAL

3.1 Equipos de protección

“La protección personal está constituida por aquellos elementos que utiliza el trabajador con objeto de disminuir o evitar las lesiones o pérdidas de salud susceptibles de ser originadas por los accidentes y exposiciones a enfermedades profesionales”¹

A estos elementos los definimos como **medidas de protección** ante los riesgos de accidentes o enfermedades profesionales, debiendo ser los últimos medios a ser utilizados por las personas, ya que los riesgos pueden combatirse con programas predictivos adecuados.

Cuando se han analizado los riesgos y resulta imposible evitarlos con medidas prioritarias que eviten el contacto, entonces se hace necesario el uso de los equipos de protección personal.

El Ministerio de Trabajo tiene bajo su responsabilidad la homologación de los equipos de protección personal, logrando su idoneidad en cualquier aplicación. La cabeza, ojos y cara, extremidades superiores, extremidades inferiores, tronco y cuerpo en general, vías respiratorias y sistema auditivo, tienen su correspondiente prenda a utilizar para una adecuada protección.

Requisitos a tomar en cuenta para los equipos de protección personal:

a) Selección del elemento adecuado

- Identificación del peligro para el que vamos a protegernos con la participación de los empleados.
- Exigencias y circunstancias particulares de la fase de trabajo.
- Decisión sobre el grado de protección deseado.
- Homologación correspondiente a la clase de protección deseada.
- Comodidad dentro de los márgenes de seguridad.
- Línea estética o aspecto agradable. Participación en la selección.

b) Utilización

- Comprensión de la necesidad de su utilización.
- Conocimiento de su utilización correcta, en especial del equipo que requiere un ajuste preciso (orejeras, gafas, máscaras).
- Asignación individual de prendas para cada trabajador.
- Responsabilización del usuario tras la instrucción efectuada.
- Incorporación a la normativa de trabajo de la empresa.
- Disciplina en su utilización. Cuidado del mal uso o despilfarro.
- Disponibilidad en todo momento para su uso. Devolución del equipo dañado para recibir el recambio.

c) Conservación

- Mantenimiento periódico (limpieza, verificación de su estado).
- Fijación del tiempo de duración.
- Mantenerlos en condiciones y lugares adecuados.
- Previsión de stocks para satisfacer las necesidades.

d) Control

- Registros de que se ha dado la instrucción necesaria al trabajador.
- Registros del equipo entregado a cada trabajador.
- Verificación, por los mandos, del mantenimiento periódico.
- Normativa escrita sobre la acción disciplinaria de los mandos por no utilizar la protección personal.
- Comprobación de los diferentes requisitos establecidos.
- Registro de comportamientos ejemplares en el uso de la protección.
- Comunicación de resultados del uso de la protección a los niveles superiores de la organización de la empresa.

3.2 Resguardos de las máquinas

3.2.1 Generalidades

“A pesar de los esfuerzos que se realizan por mejorar, la maquinaria da cuenta de más de un 10% de todas las lesiones de trabajo asegurables”²

Los resguardos protegen al trabajador en contra de:

- un contacto directo con las partes móviles de una máquina;
- un accidente durante el desarrollo de un proceso (proyección de objetos, salpicaduras con sustancias calientes, etc.);
- las consecuencias de una falla mecánica;
- las consecuencias de una falla eléctrica; y
- las consecuencias de un error humano (una falsa apreciación, fatiga, etc.).

Los resguardos deben:

- estar conformado a las normas vigentes;
- ser considerado constantemente como una parte integrante del equipo o de la máquina;
- brindar protección masiva y eficaz;
- prevenir el acceso a las zonas de riesgo durante una operación;
- no debilitar la estructura del equipo o máquina;
- ser convenientes, no presentar obstáculos para la operación ni causar incomodidad;
- estar diseñados específicamente para la tarea o máquina en cuestión;
- permitir los trabajos de mantenimiento que deben realizarse en la máquina o en sus componentes;
- ser durables y fáciles de reparar;
- ser resistentes a la corrosión y al fuego;
- ser de construcción sólida; y
- no ser intrínsecamente peligrosos.

3.2.2 Mecanismos motrices

3.2.2.1 Accionamiento por fricción

Existen piezas que trabajan por rozamiento o fricción, por lo que es necesario su resguardo a través de normas reglamentadas, considerando las proyecciones, rayos, brazos y platos.

3.2.2.2 Acoplamientos

El acoplamiento de los ejes no debe tener proyecciones. Los bulones deben estar colocados a rás o ser avellanados. Será necesario cubrir con una camisa a toda proyección que no pueda ser eliminada.

Las mordazas de los acoplamientos a embrague deben ser cubiertas con camisas cilíndricas.

3.2.2.3 Correas

Poleas y correas deben ser resguardadas considerando el mejor diseño que permita la ausencia de peligro durante su operación.

3.2.2.4 Engranajes, coronas y cadenas

Este tipo de transmisión requiere que sea totalmente resguardado toda vez que se encuentre a 1.50 metros o menos, del piso.

3.2.2.5 Puntos de operación

El resguardo para el "punto de operación" es aquel que protege al sector donde una máquina realiza un trabajo (conformar, guillotinar, coser, alimentar, tejer, etc.).

3.3 Riesgos químicos

En todas las industrias existen depósitos de materiales y sustancias químicas tales como ácidos, sustancias corrosivas, etc. Los ácidos y los cáusticos

concentrados y a veces diluidos, pueden causar lesiones a los trabajadores si no se les manipula y usa correctamente.

Los riesgos que presentan estas sustancias son las siguientes:

1. quemaduras por contacto directo con la piel a través de la ropa;
2. envenenamiento por aspiración de sus vapores o emanaciones, siendo algunas sustancias tóxicas, mientras que otras tienden a excluir el oxígeno del aire;
3. envenenamiento por ingestión; y
4. explosiones o incendios resultantes de concentraciones peligrosas como consecuencia de almacenamiento o manipulación incorrecta.

Cuando se trabaja con estas sustancias, se deben eliminar sus riesgos tomando acciones en el punto donde se generan.

4. HIGIENE INDUSTRIAL

4.1 Importancia del buen orden y limpieza

Una tabla y un tubo plástico pueden estar muy bien colocados sobre un estante y dar la impresión de que se ajustan a las reglas de orden y limpieza, pero si la tabla tiene que estar en el taller de carpintería y el tubo en mantenimiento, no habrá orden. Si bien el estar colocados sobre un estante puede dar idea de "orden y limpieza", el hecho de que no estén colocados en el lugar que le corresponde puede costarle dinero a la empresa. Cuando se considera a toda una empresa y a todas las cosas que pueden no estar en el lugar adecuado, se empieza a tener una idea del costo del desorden.

Muchas empresas permiten que equipos y materiales costosos ocupen un espacio valioso en el área de operación, cuando estos equipos pueden ser colocados en un lugar donde estén fácilmente disponibles o deben ser almacenados en lugares más apropiados, para dejar disponible el espacio importante que ocupen innecesariamente.

El orden y limpieza son dos actividades independientes. La limpieza, generalmente, es el resultado del trabajo de las personas que limpian, pero el orden requiere la intervención de la administración. La eficiencia de un departamento se ve beneficiada si el supervisor transmite a sus colaboradores la importancia y diferencia de los términos "limpieza" y "orden".

Hay cuatro defectos básicos o primarios que contribuyen a un orden y limpieza deficientes por parte del personal responsable. Estos defectos son:

- falta de iniciativa;

- desconocimiento parcial de lo que es un orden y limpieza bueno y malo;
- predisposición a postergar tomas de decisiones; y
- estándar aceptable muy bajo y baja prioridad.

4.2 Contaminación del aire

4.2.1 Generalidades

La contaminación del aire es el peligro más constante y potencial para la salud de los trabajadores en la industria; esta contaminación puede existir en forma de polvo, vapor, gas, etc. El peligro que presentan los contaminantes del aire es determinado por tres aspectos:

1. la naturaleza tóxica del contaminante (el daño que puede causar la sustancia);
2. la concentración del contaminante (qué cantidad se encuentra en un volumen determinado de aire); y
3. el grado de exposición de los trabajadores (por cuánto tiempo los trabajadores tienen que inhalarlo).

4.2.2 Términos utilizados para clasificar los diferentes contaminantes

4.2.2.1 Polvos

Se componen de partículas sólidas que resultan de operaciones tales como esmerilado, impacto y otros procesos o manejo de una variedad de materiales como son los metales, madera, minerales, etc.

En la industria los polvos son considerados como partículas sólidas suspendidas en el aire y que miden de 0.1 a 25 micrones.

4.2.2.2 Emanaciones

Las emanaciones son también partículas sólidas que generalmente miden menos de 0.5 micrones, creadas por los procesos de fundición, soldaduras u oxicorte. En general, se forman por la combustión, sublimación o condensación de un sólido. El material generalmente forma un óxido en reacción al aire.

El término es frecuentemente aplicado a los óxidos de los metales como el zinc, plomo, magnesio y hierro.

4.2.2.3 Humos

Estos contaminante son producidos por la combustión incompleta de materiales orgánicos, como el carbón o productos derivados del petróleo o plantas.

Generalmente se considera humo a las partículas que miden menos de 0.1 micrón.

4.2.2.4 Neblina

La neblina es un líquido muy fino suspendido en el aire. Se forma por la condensación de un gas, por pulverización o también en las operaciones de corte o esmerilado donde el aceite es usado como enfriador o lubricante en el punto de contacto de la operación.

4.2.2.5 Gases

Son fluidos que llenan el espacio que tienen disponible. Los gases se dispersan, lo cual significa que se mezclan con otros gases o vapores que pueden estar presentes en el mismo lugar. Para cambiar un gas a un estado líquido o sólido, se requiere tanto el aumento de la presión como la disminución de la temperatura a la que se encuentra sometido el gas.

Los gases se pueden producir de diferentes formas, incluyendo procesos químicos, combustión y soldadura. Algunos ejemplos son el aire corriente, oxígeno y monóxido de carbono.

4.2.2.6 Vapores

Se definen como la forma gaseosa de los materiales que generalmente se encuentran en estado líquido o sólido, a la temperatura y presión normal.

Un vapor difiere de un gas en que se le puede volver a cambiar a su estado sólido o líquido, ya sea aumentando la presión o disminuyendo la temperatura. Para cambiar un gas al estado líquido se deben realizar ambas actividades.

Los vapores, lo mismo que los gases, se dispersan o se mezclan en la atmósfera circundante.

4.2.3 Naturaleza de los peligros de la contaminación del aire

La mayoría de las enfermedades ocupacionales son el resultado de la inhalación de contaminantes que se encuentran en el lugar de trabajo. Para abordar estos peligros con efectividad, debemos conocer algunas de las enfermedades:

4.2.3.1 Enfermedades causadas por polvos

Las partículas que tienen menos de 10 micrones de diámetro forman la parte respirable e inhalable del polvo y son invisibles a simple vista.

Las enfermedades de los pulmones causadas por el polvo generalmente se clasifican en dos grupos grandes: neucomoniosis y fibrosis. La neucomoniosis es comunmente conocida como “pulmón pulverulento” y aparece cuando el polvo es retenido por los pulmones. La fibrosis es el cambio de las membranas del pulmón, las que no realizan su función de pasar oxígeno a la corriente sanguínea.

4.2.3.2 Enfermedades causadas por emanaciones y polvos metálicos

Estos contaminantes son irritantes, pero algunos tienen un efecto tóxico adicional al ser inhalados. Las emanaciones y polvos pueden originarse del trabajo con metales, y de éstos, los que presentan más peligro en la industria, debido a sus efectos tóxicos, son el antimonio, cadmio, cromo, cobalto, cobre, hierro, plomo, manganeso, mercurio, uranio y algunos otros más. Uno de los vapores metálicos más peligrosos es el plomo. El cuerpo acumula plomo pero solamente cuando se ha absorbido una cantidad suficiente, aparecen los

síntomas de envenenamiento. Las emanaciones del zinc y sus óxidos, si son inhaladas, pueden provocar una enfermedad conocida como "fiebre de emanaciones metálicas". Debido a que los trabajadores en las fundiciones de bronce pueden contraer esta enfermedad, también se le llama "fiebre del bronce".

4.2.3.3 Enfermedades causadas por neblinas

Las neblinas de los ácidos representan el mayor peligro para contraer enfermedades; los ácidos crómicos, fluorhídricos, nítricos y sulfúricos, se usan generalmente en forma diluida en las operaciones de decapado, limpieza, etc.

Algunos ácidos (como el ácido nítrico) pueden formar gases venenosos (óxidos de nitrógeno) cuando reaccionan con un metal, y la neblina del ácido crómico puede causar úlceras dolorosas cuando entra en contacto con la piel.

4.2.3.4 Enfermedades causadas por vapores

Los vapores de los solventes, tales como: alcoholes minerales, xileno, alcohol, tricloroetileno, tricloroetano, tetracloruro de carbono, etc., pueden representar no sólo un peligro significativo de incendio o explosión, sino también pueden ser absorbidos a través de la piel.

4.2.4 Algunos métodos para controlar los peligros de los contaminantes aéreos

Existen varios métodos para controlar los peligros causados por los contaminantes suspendidos en el aire. Naturalmente, dependen de la clase de contaminantes, de las propiedades particulares, de la naturaleza y grado de

exposición y de las operaciones involucradas. Algunos de los métodos más comunes son:

4.2.4.1 Ventilación

4.2.4.2 Sustitución o reemplazo

Se puede resolver un problema simplemente sustituyendo una sustancia peligrosa por otra más segura. Hay muchos solventes que se pueden usar para reemplazar al tetracloruro de carbono o a la gasolina, los cuales son mucho menos peligrosos y hacen el trabajo tan bien como éstos.

4.2.4.3 Eliminación o reducción de la exposición de los trabajadores

Si se limita la presencia de los trabajadores solamente cuando sea requerida, se minimizan los peligros que puedan causar los contaminantes.

4.2.4.4 Cambio en el proceso u operaciones

Generalmente, la cantidad de los contaminantes del aire puede ser controlada o disminuida cambiando el proceso o la operación.

4.2.4.5 Humectación

Generalmente se aplica a los polvos; los peligros asociados con este contaminante, se pueden disminuir o eliminar "humedeciendo" la operación donde se origina el polvo. Se usa agua o cualquier otro líquido adecuado.

4.2.4.6 Orden y limpieza

Los peligros de los contaminantes aéreos se pueden controlar o eliminar manteniendo el área limpia y en orden. Si se mantienen las tapas en los recipientes donde se guardan solventes, se limpian los materiales que se derraman y se quita el polvo cuando se acumula y antes de que se disperse nuevamente en el aire, se pueden reducir grandemente los peligros que se puedan presentar.

4.2.4.7 Equipo de protección personal

Cuando no se encuentran disponibles otros medios para controlar los peligros de los contaminantes del aire, se debe usar equipo de protección personal (mascarillas o respiradores adecuados).

4.3 Ventilación industrial

4.3.1 Generalidades

La ventilación influye sobre el control del ambiente para protección de riesgos físicos.

La ventilación es útil para proveer condiciones de trabajo cómodas y saludables en la planta. Los sistemas de ventilación tienen una doble función: por una parte, el lugar es más cómodo al extraer el calor que se produce en las operaciones, y por otra, es más saludable, al eliminar del ambiente polvos tóxicos, humos, gases y vapores.

La ventilación de los edificios industriales debe llevarse a cabo a través de medios naturales o mediante dispositivos mecánicos.

4.3.2 Ventanas

La distribución, orientación y control de las ventanas debe ser en tal forma que las fuerzas naturales actúen en cooperación sin efectos antagónicos.

4.3.3 Extracción local

Los sistemas de extracción local están diseñados para captar contaminantes del aire, polvos, emanaciones, neblinas, vapores, gases, aire caliente y hasta olores en su fuente o punto de dispersión antes de que pueda invadir la zona de respiración de las personas que estén en los alrededores, creando comodidad al eliminar los contaminantes molestos.

Un sistema típico de conductos de extracción consta de cuatro elementos: campanas, conductos, atrapadores de polvo y ventiladores de extracción.

4.4 Iluminación

4.4.1 Generalidades

La eficiencia y la facilidad de los operarios para “ver”, dependen, en condiciones normales, de las características cuantitativas y cualitativas de la iluminación en el área de trabajo. La iluminación de las plantas industriales puede conseguirse mediante fuentes naturales, fuentes artificiales o la combinación de ambas.

Los resultados de una buena iluminación, son:

- menos accidentes;
- mejor calidad y mayor cantidad de la producción;
- mejor cuidado y buen orden del local; y
- mejor moral.

La iluminación adecuada es un recurso tan básico y fundamental, sin embargo, un breve recorrido a la planta industrial, revela muchos de los peligros relacionados con la iluminación:

- bombillas quemadas en los pasillos y escaleras;
- luces fluorescentes que tienen uno o más tubos quemados y que no funcionan correctamente;
- se han tomado muy pocas provisiones o ninguna para el alumbrado de emergencia; y
- salidas muy mal iluminadas.

La falta de iluminación adecuada causa accidentes; también es la causa del cansancio de la vista, fatiga y dolores de cabeza; contribuye, además de los niveles bajos de producción, a la mala calidad y desmoralización.

4.4.2 Niveles de iluminación

LUXES

a) Las tareas más difíciles y exigentes para la vista: Trabajos muy finos de precisión. Clasificación de Precisión: acabado extrafino.	2,150 – 10,750
b) Tareas muy difíciles y exigentes para la vista: Trabajos de precisión, montaje y acabados finos, Trabajos de alta velocidad.	1,075
c) Tareas críticas y exigentes para la vista: trabajo prolongado, trabajo corriente de banco, maquinado en taller mecánico, trabajos de oficina.	538
d) Tareas con esfuerzo moderado de la vista: detalles moderadamente finos, máquinas automáticas, esmerilado, desbastado, embalaje y embarque.	323
e) Tareas con uso o esfuerzo normal de la vista: Escaleras, antesalas.	107
f) Tareas sin esfuerzo alguno de la vista: en vestíbulos, corredores, pasillos.	54

4.4.3 Calidad de la iluminación

Los factores que determinan la calidad de la iluminación son: deslumbramiento, difusión, dirección y uniformidad de distribución, color, brillo y razones de brillo.

4.4.3.1 Deslumbramiento

El deslumbramiento es el brillo intenso dentro del campo visual, que produce incomodidad, dará molestia visual y obstaculiza la visión.

4.4.3.1.1 Deslumbramiento directo

El deslumbramiento directo lo causa la fuente de iluminación, ya sea artificial o natural.

Para disminuir el deslumbramiento, debe:

- disminuirse el brillo de la fuente de luz;
- reducirse la superficie de gran brillo;
- aumentarse el ángulo entre la fuente de deslumbramiento y la línea visual; y
- aumentarse el brillo de la superficie general que rodea la fuente de deslumbramiento, para así reducir el contraste.

4.4.3.1.2 Deslumbramiento por reflexión

Lo causan imágenes de gran brillo o contrastes de brillo reflejados por diversas superficies dentro del campo visual.

Para disminuir el deslumbramiento por reflexión, debe:

- reducirse el brillo de la fuente de luz, pero dejándola de acuerdo con el nivel de iluminación;
- cubrirse la fuente de luz con una pantalla protectora;
- cambiarse la posición del trabajo o de la fuente de luz;
- disminuirse materialmente la superficie reflejante (pintura mate); y

- disminuirse el contraste aumentando el brillo circundante.

4.4.3.2 Distribución y difusión

4.4.3.2.1 Distribución

La iluminación distribuida por igual, que no varíe en un 30% en la zona central del local, es la deseable para interiores industriales. Para lograr este resultado, el equipo de alumbrado debe estar espaciado de acuerdo con sus características y la disposición del local.

4.4.3.2.2 Difusión

Es la descomposición de un haz de luz esparciendo sus rayos en muchas direcciones, por medio de la reflexión en partículas microscópicas dentro de un medio transmisor.

4.4.3.3 Color

Los contrastes marcados de color y brillo forman una combinación nociva para la vista del trabajador, cuando éste, esté expuesto a la acción de dicha combinación durante largos períodos.

4.4.3.4 Razones de brillo

La capacidad para ver detalles depende de la diferencia de brillo entre el detalle y su fondo. Esto se expresa en forma de relación. Las razones recomendadas de brillo son:

Razón

a) Entre tareas y medio circundante contiguo.	5 a 1
b) Entre tareas y superficies más distantes.	20 a 1
c) Entre fuentes de luz y superficies contiguas.	40 a 1
c) Cualquier lugar dentro del medio Circundante del trabajador.	80 a 1

4.5 Ruido

4.5.1 Generalidades

A medida que aumenta el ruido, se transforma en un problema cada vez mayor. Las leyes gubernamentales con referencia a los niveles del ruido y los daños físicos (pérdida de la audición), han motivado a la industria a tener más interés en los ruidos y su control.

La exposición continua al ruido puede poner nerviosa a la gente, irritándola y cansándola; puede causar dolores de cabeza, y el ruido alto inesperado e intenso, puede a veces causar la ruptura del tímpano.

Algunos ruidos interfieren con la comunicación verbal en el trabajo y, afectan el desempeño y la seguridad. El ruido puede distraer, lo cual tiene un efecto negativo sobre la producción y la calidad.

Los decibeles (dB), miden o expresan la intensidad de la presión del ruido, ésto se refiere al nivel de la presión del sonido. Las lecturas que se hacen con los medidores del nivel del sonido se expresan en dBA; ésto indica que la lectura fue tomada de la escala A del medidor del nivel del sonido. La presión del nivel del sonido de las conversaciones normales oscila entre 60 dBA, el disparo de un rifle puede producir 155 dBA.

Normalmente, la exposición continua a ruidos de más de 90 decibeles puede provocar la pérdida de la audición en los seres humanos. Al evaluar los peligros del ruido hay que tener en cuenta dos cosas:

1. el nivel de la presión del sonido (dBA); y
2. la duración de la exposición.

Para causar daño, el ruido no tiene que causar incomodidad o distracción. El hecho de que a algunos trabajadores no parezca molestarles el ruido o no se quejen, no significa que el problema del ruido no exista. La pérdida de la audición puede ocurrir sin causar incomodidad. Una persona puede sufrir una pérdida auditiva gradual aún sin tener conocimiento de ello.

Algunos ejemplos de máquinas que normalmente causan problemas de ruido, son las esmeriladoras de alta velocidad, martillos neumáticos, herramientas de impacto, equipos para estampar, sopletes, aplanadoras, y otras máquinas de alta velocidad. La lubricación y el mantenimiento inadecuado de esta maquinaria generalmente agravan el problema.

Hay muchos peligros potenciales originados por el ruido, por lo que es necesario hacer un estudio prolongado si se presentan las siguientes situaciones:

1. una pérdida auditiva notable, a pesar de que sea temporal, después que se sale del lugar donde se ha estado expuesto al ruido durante un periodo prolongado;
2. trabajadores que se quejan de dolores de cabeza o un campanilleo en los oídos durante o después del trabajo;

3. dificultad para comunicarse verbalmente en el lugar. Los trabajadores tendrán que gritar aunque las distancias sean cortas;
4. accidentes que ocurren debido a que no se puede escuchar la advertencia de peligro inminente; y
5. cualquier discusión o queja relacionada con algunos de los grados de pérdida auditiva.

4.5.2 Métodos para controlar el ruido

4.5.2.1 Reducción del ruido en su fuente

Generalmente, todo lo que se requiere para solucionar el problema del ruido en forma efectiva es un programa de mantenimiento y lubricación. En otros casos, un amortiguador o un dispositivo similar puede resolver el problema. La sustitución de los procesos es otra alternativa.

4.5.2.2 Reducción del ruido transmitido por la fuente

Se puede evitar el ruido que produce una máquina o un proceso, utilizando dispositivos que obstaculicen su transmisión.

El ruido y las vibraciones de las máquinas se pueden reducir mediante rellenos o resortes suspendidos. También, la máquina puede ser "blindada". El ruido que reciben los trabajadores se puede reducir mediante la rotación de los mismos o usando cabinas especiales para los operadores de máquinas.

4.5.2.3 Equipo de protección personal

La atenuación efectiva del ruido se puede dar mediante el uso de equipos de protección personal, como por ejemplo, tapones y orejeras.

Tabla IV. Niveles de exposición al ruido permisibles

Duración por día (horas)	Nivel del sonido (dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25 o menos	115

FUENTE: Normas de higiene y seguridad del Ingenio Madre Tierra. Tesis. 1991

Tabla V. Niveles de presión de sonido típicos

Clasificación	Decibeles (dBA)	Ejemplos
	130 – 140	Límite de dolor
Ensordecedores	120	Umbral de sensación: truenos, artillería, orquesta de rock con instrumentos electrónicos.
	110	Remachador cercano,
	100	Fábrica de calderas, ruido callejero intenso, industria textil.
Muy intensos	90	Interior de un bus motorizado, fábrica ruidosa, camión sin escape.
	80	Sirena de policía, oficina ruidosa.
Intensos	70	Ruido callejero promedio, radio promedio, oficinas con máquinas de escribir.
	60	Fábrica promedio, hogar ruidoso.
Moderados	50	Oficina promedio, conversación promedio.
	40	Ruido a bajo volumen, hogar tranquilo u oficina privada, zonas residenciales tranquilas en horas de la noche.
Débiles	30	Auditorio promedio, conversación en voz baja.
	20	Susurro de hoja de árbol.
Muy débiles	10	Cuarto a prueba de ruido, umbral de audibilidad.
	0	Nivel mínimo de audición.

FUENTE: Normas de higiene y seguridad del Ingenio Madre Tierra. Tesis. 1991

4.6 Temperaturas extremas

Los extremos de temperatura dañan la condición física general del trabajador, provocan problemas médicos específicos o condiciones preexistentes del individuo, y aumentan el promedio de esfuerzo requerido, en mayor o menor grado, dependiendo de la duración y el grado de exposición.

El calor intenso puede afectar el corazón y el sistema circulatorio, puede ocasionar calambres, agotamiento, ataques y también la muerte, si la exposición es excesiva.

Para los ambientes muy calientes deben tomarse las siguientes medidas:

4.6.1 Ropa protectora

La ropa aluminizada o reflectora se puede usar para proteger a los trabajadores del calor radiante y de ambientes excesivamente calientes. Se encuentran disponibles: pantalones, gabachas, capuchas, etc.

4.6.2 Movimiento del aire

Se pueden utilizar ventiladores grandes para mover el aire en los lugares calientes o pueden ser dirigidos hacia los trabajadores para ayudar a evaporar la transpiración. Los extractores de aire también pueden usarse para eliminar el calor de la fuente. Cualquier dispositivo que produzca movimiento del aire ayudará a reducir los efectos del calor.

4.6.3 Resguardos o barreras

Los trabajadores se pueden proteger del calor radiante mediante resguardos reflectores hechos de material aluminizado o aislante. El uso de estos resguardos puede reducir la exposición de una manera significativa y eliminar la necesidad de ropa protectora.

4.6.4 Reemplazo de los líquidos del cuerpo perdidos debido al calor

Las personas que trabajan en ambientes calientes deben beber más líquidos y sales. Algunas industrias proveen agua salada (una solución de 0.1%) con este fin, pero lo más importante es tener agua potable fría y fresca.

4.7 Colores

4.7.1 Acondicionamiento del color en la industria

Cuando su uso es correcto, el color puede disminuir la fatiga visual y los accidentes. El contraste de colores debe reducirse, no sólo dentro del campo limitado de la tarea visual inmediata, sino también evitando los contrastes agudos entre colores, tal como una máquina oscura contra una pared blanca. Al transcurrir un periodo de unas cuantas horas, estos extremos pueden tener como resultado: esfuerzo y fatiga de la vista, eficiencia disminuida y menor calidad del trabajo.

4.7.2 Beneficios de la codificación de colores adecuada

Los beneficios de la codificación de colores adecuada de máquinas, tuberías, etc., son los siguientes:

1. mejor cuidado y orden del local;
2. mejor reparación y mantenimiento;
3. medio ambiente agradable;
4. contraste mejorado; y
5. riesgos puestos en relieve.

5. MANUAL DE POLÍTICAS, NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL

5.1 Políticas de seguridad e higiene ocupacional

5.1.1 Política de investigación

El Ingenio Tululá debe llevar a cabo estudios o investigaciones en las áreas de trabajo, con el objeto de establecer las bases para la elaboración, evaluación y actualización de las normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional, de acuerdo a la materia o tema que se pretenda analizar, mediante la utilización de los equipos y métodos científicos necesarios.

5.1.2 Política de servicio de salud

Es política del Ingenio Tululá practicar los exámenes médicos de ingreso, periódicos y especiales a los trabajadores expuestos a los agentes físicos, químicos, biológicos y psicosociales, que por sus características, niveles de concentración y tiempo de exposición puedan alterar su salud, adoptando en su caso, las medidas pertinentes para mantener su integridad física y mental. Así también, el Ingenio debe brindar los primeros auxilios en caso de accidente a los trabajadores, determinando la conveniencia o no de su traslado a instituciones asistenciales, contando con el transporte adecuado para el caso.

5.1.3 Política de protección y acondicionamiento de las instalaciones, maquinaria y equipo

El Ingenio Tululá busca crear un ambiente de trabajo seguro e higiénico con sus instalaciones, maquinaria y equipo adecuadamente protegidos y mantenidos, brindando los servicios básicos para el buen desempeño y desarrollo de las actividades laborales.

5.1.4 Política de asignación de equipo de protección personal

El Ingenio Tululá es consciente de la necesidad de seguridad para sus trabajadores en el desarrollo de sus actividades diarias. Por lo tanto, es política de la empresa proporcionar todo el equipo de protección personal que se adecúe a sus labores, contribuyendo a conservar su integridad física y buena salud. Para el Ingenio Tululá el recurso humano es lo más importante, no sólo por ser la base técnica e intelectual en el desarrollo potencial y eficiente de la empresa, sino por su esencia humana.

5.1.5 Política de capacitación – prevención

Es política del Ingenio Tululá proveer la capacitación de los trabajadores en el uso correcto del equipo de seguridad, para que en el desarrollo de sus actividades laborales prevea los accidentes que se puedan suscitar.

5.1.6 Política de prescripción de responsabilidad

Es política del Ingenio Tululá que todo trabajador no sólo utilice sino que haga buen uso de su equipo de protección personal que la empresa le proporcione, dentro de las áreas de trabajo consideradas como de alto riesgo. Si un trabajador no cumpliera con esta obligación, la empresa esta libre de toda responsabilidad en caso le sucediera un percance . Si el percance, previa investigación, se diera bajo el estricto uso y manejo del equipo, así como cumpliendo con las normas y procedimientos contenidas en el manual de seguridad e higiene ocupacional, la empresa asume la responsabilidad del caso.

5.2 Normas en áreas operativas

5.2.1 Normas aplicables en fábrica, T.M.T. y área agrícola

A. Obligaciones de los patronos

1. Cumplir con las normas que expidan las autoridades competentes, y con el reglamento interior de trabajo del Ingenio Tululá en la materia de seguridad e higiene;
2. efectuar estudios en materia de seguridad e higiene en el trabajo, para identificar las posibles causas de accidentes y enfermedades de trabajo y adoptar las medidas adecuadas para prevenirlos;
3. determinar y conservar dentro de los niveles permisibles las condiciones ambientales del centro de trabajo, empleando los procedimientos que para cada agente contaminante se establezcan en las normas correspondientes;

4. colocar en lugares visibles de los centros de trabajo avisos o señales de seguridad e higiene para la prevención de riesgos, en función de la naturaleza de las actividades que se desarrollen;
5. elaborar el programa de seguridad e higiene del Ingenio Tululá;
6. capacitar y adiestrar a los trabajadores sobre la prevención de riesgos y atención de emergencias, de acuerdo con las actividades que se desarrollen en el centro de trabajo;
7. permitir la inspección y vigilancia que las autoridades laborales que actúen en su auxilio practiquen en los centros de trabajo, para cerciorarse del cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad e higiene; darles facilidades y proporcionarles la información y documentación que les sea requerida legalmente;
8. proporcionar los servicios preventivos de medicina del trabajo que se requieran, de acuerdo a la naturaleza de las actividades realizadas en el centro de trabajo;
9. instalar y mantener en condiciones de funcionamiento, dispositivos permanentes para los casos de emergencia y actividades peligrosas, que salvaguarden la vida y salud de los trabajadores, así como para proteger el centro de trabajo;
10. participar en la integración y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo; así como dar facilidades para su óptimo funcionamiento; y
11. las demás previstas en otras disposiciones jurídicas aplicables.

B. Obligaciones de los trabajadores

1. Observar las medidas preventivas de seguridad e higiene que establece este manual, las normas expedidas por autoridades competentes y del

reglamento interior de trabajo del Ingenio, así como las que indiquen los patrones para la prevención de riesgos de trabajo;

2. designar a sus representantes y participar en la integración y funcionamiento de la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo en que presten sus servicios;
3. dar aviso inmediato al patrón y al comité de seguridad e higiene del Ingenio, sobre las condiciones o actos inseguros que observen y de los accidentes de trabajo que ocurran en el interior del centro de trabajo, colaborando con la investigación de los mismos;
4. participar en los cursos de capacitación y adiestramiento que en materia de prevención de riesgos y atención de emergencias, sean impartidos por el patrón o por las personas que éste designe;
5. conducirse en el centro de trabajo con la probidad y los cuidados necesarios para evitar al máximo cualquier riesgo de trabajo;
6. someterse a los exámenes médicos que determine el patrón, a fin de prevenir riesgos de trabajo;
7. utilizar el equipo de protección personal proporcionado por el patrón y cumplir con las demás medidas de control establecidas por éste para prevenir riesgos de trabajo; y
8. las demás previstas en otras disposiciones jurídicas.

C. Trabajo de las mujeres lactantes y en período de lactancia

1. Las disposiciones de este apartado tienen por objeto proteger la salud de las mujeres trabajadoras gestantes y en periodo de lactancia, así como al producto de la concepción.
2. No se puede trabajar en labores donde:
 - 2.1 se manejen, transporten o almacenen sustancias teratogénicas o mutagénicas ;

- 2.2 exista exposición a fuentes de radiaciones ionizantes, capaces de producir contaminación en el ambiente laboral;
 - 2.3 existan presiones ambientales anormales o condiciones térmicas ambientales alteradas;
 - 2.4 el esfuerzo muscular que se desarrolle pueda afectar al producto de la concepción;
 - 2.5 los trabajos se realicen en espacios confinados;
 - 2.6 se realicen trabajos de soldaduras; y
 - 2.7 se realicen otras actividades que se determinen como peligrosas o insalubres en las leyes.
3. No se podrá utilizar el trabajo de mujeres en período de lactancia, en labores que exista exposición a sustancias químicas capaces de actuar sobre la vida y salud del lactante.
 4. Los patrones deberán observar estrictamente las prescripciones médicas para la protección de la salud de las trabajadoras gestantes y del producto de la concepción.

D. Del trabajo de menores

1. Las disposiciones de este apartado tienen por objeto proteger la vida, desarrollo, salud física y mental de los trabajadores menores.
2. No se puede utilizar el trabajo de los menores de dieciocho años de edad que implique exposición a radiaciones ionizantes.
3. Los menores de edad no deben trabajar en turnos nocturnos o extraordinarios.

- #### E. Al entrar al Ingenio Tululá o antes de comenzar cualquier trabajo que implique peligrosidad, todos los trabajadores y visitantes deben utilizar su casco o equipo protector.

Distribución de colores de los cascos:

Blancos.....	Jefes y supervisores.
Grisés.....	Oficinas y visitantes.
Amarillos.....	Patio y molinos de caña.
Rojos.....	Electricistas e Instrumentistas.
Anaranjados.....	Calderas.
Verdes.....	Mantenimiento y Montaje.
Azules.....	Fabricación.
Negros.....	T.M.T.

Para el trabajo de campo, es necesario que ante las condiciones meteorológicas prevalecientes durante el trabajo, se utilicen de preferencia sombreros de ala ancha para la cabeza, y el equipo protector necesario para las demás partes del cuerpo.

- F. Bajo ninguna circunstancia debe sacrificarse la seguridad por la rapidez del trabajo.
- G. Toda persona debe obedecer los avisos de advertencia.
- H. La falta de avisos donde éstos sean necesarios debe ser notificado a la persona competente.
- I. Queda terminantemente prohibido fumar cuando en algún recinto confinado se aplique cualquier sustancia inflamable, lubricantes, solventes, acetileno, bagazo de caña o no tenga la certeza de que esté libre de gases.
- J. Queda prohibido el uso o consumo de drogas o bebidas intoxicantes en el lugar de trabajo y ello será suficiente para tomar las medidas disciplinarias de acuerdo a las normas de trabajo.
- K. Cualquier trabajador que por receta médica o cuenta propia deba ingerir algún medicamento cuyos efectos no sean compatibles con las actividades que le corresponda desempeñar, debe informar a su inmediato superior antes de llevar a cabo cualquier tarea.

L. Cuidado de los equipos

1. El equipo de trabajo es un bien común, propiedad del Ingenio Tumulá y que en determinadas circunstancias se encuentra bajo responsabilidad de un trabajador en particular por lo que es él responsable por un buen uso y mantenimiento.
2. Todo equipo defectuoso debe ser sacado de servicio colocándolo fuera del alcance del personal no autorizado para su reparación preventiva adecuada.
3. Todo equipo de trabajo tiene sus funciones específicas o limitadas, bajo ninguna circunstancia debe utilizarse un equipo para funciones o tareas para las que no haya sido asignado o diseñado.

M. Orden y limpieza

1. Materiales inflamables tales como: trapos o wiper empapados de aceite, grasa, virutas y bagazo de caña deben ser depositados en recipientes metálicos o plásticos apropiados con tapaderas de cierre automático. Los recipientes deben ser vaciados tan pronto como sea posible y el contenido dejarlo en lugares apropiados para recogerlo y llevarlo a los lugares correspondientes.
2. Se debe tener un lugar específico para los cambios de ropa, casilleros y servicios sanitarios, tratando de mantener esos lugares limpios e higiénicos.
3. No se debe colocar ropa en las paredes, detrás de puertas o en los espacios, atrás de los tableros de control. No se deben dejar fósforos en la ropa de los casilleros. Se debe tratar de no dejar basura y ropa vieja acumuladas en los casilleros.
4. Pisos, plataformas y vías de acceso deben mantenerse libres de proyecciones peligrosas y obstáculos u obstrucciones y además deben

mantenerse razonablemente libres de aceites, grasas o residuos de agua para evitar caídas o resbalones.

5. Todas las escaleras (gradas), pasillos, andamios y áreas de almacenamiento de materiales tanto abiertas como cerradas deben mantenerse razonablemente libres de obstrucciones, agujeros y escombros.
6. Materiales, equipo y azúcar empacada deben almacenarse en forma ordenada para prevenir que se caigan, esparzan, desenganchen o constituyan un peligro de tropiezo.
7. Todos los solventes van a mantenerse en recipientes aprobados y debidamente rotulados.
8. Si es necesario quemar basura debe hacerse en un recinto o quemador apropiado para evitar que se esparzan llamas, chispas o brasas. Si es necesario quemar basura en lugares abiertos (a la intemperie), ésto nunca debe hacerse a menos de 15 metros de una estructura inflamable o con riesgo de ignición, ni a menos de 8 metros de cualquier edificio o casa.
9. Usar depósitos de basura debidamente tapados.
10. Usar insecticidas para evitar la reproducción de insectos que transmiten enfermedades.
11. Usar canales de desviación para drenar el agua u otros líquidos; estos canales, si están ubicados en el suelo, deben tener su tapadera, las que deben estar en buenas condiciones.

N. Sustancias químicas

1. Polvos de bagacillo, de azúcar, ácidos, cáusticos concentrados o diluidos, aceites, grasas, combustibles, plaguicidas en general, fertilizantes, etc., presentan peligros como quemaduras, intoxicaciones, etc. Por ello, se debe tratar de tener exposiciones mínimas, manejarlos correctamente y con

cuidado y hacer uso del equipo de protección de los ojos, nariz, manos y cuerpo para evitar accidentes.

2. Líquidos inflamables:

- reemplazar líquidos inflamables por no inflamables cuando sea posible.
- eliminar o controlar las fuentes potenciales de ignición donde se usan o almacenen líquidos inflamables, mediante las siguientes medidas:
 - Controlar las fuentes de ignición, como materiales humeantes, llamas o soldadura cerca de líquidos inflamables.
 - Mantener los líquidos inflamables lejos de las superficies calientes.
 - Ubicar las fuentes eléctricas lejos de estos líquidos.
 - Reducir la electricidad estática (a veces ésta aumenta cuando se transporta un líquido inflamable a través de una tubería); introducir humedad y conectar a tierra para ayudar a disminuir la carga.
 - Ventilar los vapores para reducir la presión.
 - Utilizar medidas de protección contra incendio.

3. Materiales y productos químicos peligrosos:

- Buen aseo en el área donde están colocadas las sustancias químicas.
- Encerrar y aislar los materiales químicos de la demás materia prima.

O. Almacenamiento de materiales

1. Por consideraciones generales en relación con el almacenamiento de material, es necesario escoger un lugar que no ofrezca riesgos al personal.
2. Cuando se proyecten algunas partes, evitar la posibilidad de bloquear temporalmente las salidas.
3. Facilitar el acceso al equipo para manejo del material, evitar otras dificultades asociadas en las áreas de almacenamiento.

4. Algunos problemas especiales, tales como el almacenamiento a granel de productos inflamables exigen la atención de un experto, para que éste sugiera los controles adecuados contra los riesgos inherentes.
5. El material almacenado debe estar apilado, puesto en cunas, atado, empaquetado, puesto en estantes, calzado o bloqueado, de manera que no pueda caer o deslizarse.
6. Entre otras consideraciones de seguridad hay una que merece atención especial: la referente al uso de extinguidores para la protección contra incendios.

Todo lo anterior se aplica a bodega de materiales, bodega de azúcar y las demás establecidas.

P. Ruido y vibraciones

1. Cumplir con los siguientes niveles de exposición al ruido:

Duración por día (hrs.)	Nivel de sonido (dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25 ó menos	115

2. Procurar un buen programa de mantenimiento, pues las piezas gastadas hacen más ruido.

3. Reemplazar, cuando sea posible, los equipos ruidosos por otros más silenciosos.
4. Disminuir el ruido por medio de la reducción de vibraciones.
5. Procurar la construcción o reconstrucción de cimentaciones resistentes a las vibraciones.
6. Utilizar protectores auditivos.

Q. Calor

1. Proporcionar a los trabajadores y especialmente al personal de campo durante zafra, las cantidades de agua necesaria y suero oral para evitar su deshidratación y agotamiento. Se deben proporcionar a rangos de tiempo estipulados o constantemente.
2. Los depósitos de agua deben conservar su potabilidad e higiene.
3. Utilizar cascos o sombreros de ala ancha para desviar los rayos del sol.

R. Iluminación

1. Se deben tener las lámparas, focos, reflectores y linternas en los lugares que lo necesiten y con la potencia requerida para la ejecución de cada trabajo.
2. Se debe evitar la exposición a luces opacas que con el tiempo dañan la vista de los trabajadores. Por lo tanto, esas fuentes de luz deben ser cambiadas.
3. Los trabajadores deben reportar a su inmediato superior los lugares donde es necesario cambiar las fuentes de luz por mal o falta de funcionamiento.

S. Ventilación

- 1. Realizar las operaciones que impliquen la emanación de polvos, vapores o gases, en lugares ventilados para que ellos sean rápidamente evacuados. Si no es posible, tener dispositivos mecánicos como ventiladores para tal fin o instalaciones con ventanales suficientes.**
- 2. Es necesario que las actividades en lugares cerrados se desarrollen con ventanas y puertas abiertas para evitar sofocaciones, asfixias, etc.**

T. Equipo de protección personal

1. Para la cabeza

- Casco: se recomienda que los trabajadores en lo posible usen un casco plástico de seguridad, que sea liviano, resistente al impacto, elevada capacidad de amortiguamiento (buenos arneses), protección contra agentes químicos y térmicos, de baja conductividad eléctrica, debe poseer las llamadas curvas de escape a fin de evitar esfuerzos y golpes concentrados en un punto de la cabeza, debe presentar cierto grado de confort o cuando menos no producir alto grado de incomodidad.**

El riesgo más obvio para el cual se requiere el casco es el que resulta de la caída de objetos; pero también puede requerirse el casco para protegerse contra el calor, para evitar que el cabello del usuario entre en contacto con las partes de la máquina.

- Sombreros de ala ancha: Se recomienda que especialmente los trabajadores agrícolas hagan uso de este tipo de sombreros por razón de la protección adicional para el cuello, la cara y la cabeza. Básicamente este tipo de sombrero se utiliza para la protección contra los rayos del sol.**
- ### **2. Para los ojos y la cara**

- Para su protección puede contarse con anteojos, caretas de protección ocular contra polvo, rebabas, gases, líquidos, metales incandescentes; y cada elemento debe presentar especiales características según el uso que se les vaya a dar. Así, para esmerilar se pueden usar anteojos para partículas volantes, con laterales cerrados, mismos que deben ser usados por aquellos que remachan o trabajan con un cincel. Estos pueden usar también una careta, cuyo uso generalizado en plástico endurecido ha dado buenos resultados.

Para soldadores de oxiacetilénica se recomienda el uso de anteojos con laterales cerrados y vidrios con filtro para la radiación infraroja y ultravioleta, a fin de evitar el golpe de arco y posteriores cataratas. Los cristales preferentemente deben ser redondos y en lo posible los laterales deben poseer respiraderos para evitar el empañamiento.

Para soldadura eléctrica se pueden usar caretas preferentemente de las que pueden levantarse, con un vidrio de protección como primera ventana (protección contra escamas de carbón o el óxido de la soldadura)

Seguida por otra protección como es una placa rectangular de tinte de densidad oscura (del 8 al 14 inclusive) para soportar la radiación aun mayor que la soldadura oxiacetilénica.

- Para la cara se puede usar según el caso y trabajo una pantalla o fieltro de nariz y boca (máscaras o mascarillas desechables o no, de protección respiratoria). En el caso de personas que trabajan con sustancias químicas como ácidos, fertilizantes, plaguicidas, etc., se hace recomendable su uso para evitar respirar sus vapores que provocan irritaciones.
- Para la protección contra el ruido se pueden utilizar taponos que pueden ser moldeados de hule suave, materiales plásticos duros, conformados para acomodarse al canal auditivo del trabajador, o con materiales moldeables que el trabajador puede ajustar a sus propios canales auditivos. También es posible utilizar almohadilla o dona que se mantiene en posición sobre las

orejas por medio de bandas que cruzan la cabeza, y pueden estar fabricadas de hule, o con metal y hule.

3. Para las manos

- Los guantes al brazo o al hombro ofrecen completa protección de las partes del cuerpo a las que se refieren. Los guantes de cuero o loneta son adecuados contra el calor, los rebordes asperos o cortantes, las partes móviles, etc. En los trabajos de laboratorio donde se manipulan sustancias irritantes y en el campo donde se manejan fertilizantes y plaguicidas, es necesaria la utilización de guante a la muñeca similares a los utilizados por los médicos, o sea, de plástico transparente que permite comodidad y adherencia perfecta a las facciones de las manos.

4. Para el cuerpo:

- Los tipos de ropa incluyen Batas: para su uso en laboratorio; gabachas: de material grueso para la protección cuando hay peligros de escorias calientes que salen volando en los trabajos de soldadura, o partículas volantes y abrasivas al esmerilar o efectuar trabajos con máquinas heramientas; lonetas o nylon para la espalda cuando es necesario cargar bombas de fumigación por ejemplo, para evitar el contacto con químicos por si se dieran fugas; Cinturones, especialmente de cuero y un ancho de al menos 10 cm. para el levantamiento, carga y descarga de materiales; ganchos especiales con argollas en forma de letra D para la adherencia a columnas o pilares cuando se hacen reparaciones o trabajos en alturas.

5. Para piernas y pies:

- Zahones: estos protegen la parte delantera de las piernas de los trabajadores. Se mantienen unidos a las piernas por medio de un cinturón y unas correas que se atan en la parte trasera de la pierna. Son utilizados para trabajadores expuestos a chispas, metal caliente, llamas subitas, y situaciones en que se experimenta mucho calor en la proximidad de las piernas.

- Botas: especialmente de hule para los trabajadores del campo, para protegerlos de la humedad, de los animales peligrosos o contra los productos químicos.
- Zapatos: Los de cuero endurecido y punta de acero son adecuados para ayudar a prevenir las lesiones a los dedos de los pies ocasionadas por objetos que caen, aplastamiento, etc.

U. Servicios para los trabajadores

Sección I Servicios sanitarios

1. Todo lugar de trabajo debe disponer de un número de inodoros o letrinas y mingitorios proporcionado al número de trabajadores, dotados de agua abundante y papel higiénico y de ser posible, de descarga automática.
2. El número de inodoros debe calcularse a base de un mínimo de uno por cada 25 hombres y de uno por cada 15 mujeres, cuando el número de trabajadores sea menor de 100, cuando se exceda de este número debe instalarse un inodora adicional por cada 30 trabajadores más. (Deberán estar convenientemente separados los correspondientes a uno y otro sexo).
3. El número de mingitorios debe calcularse sobre la base mínima de uno por cada 20 trabajadores. Pueden colocarse puestos de mingitorios por el sistema de canales, siempre que reúnan las condiciones de higiene indispensables para el uso de los mismos.
4. Los tabiques que separan las cabinas deben dejar por lo menos un espacio libre de 0.30 centímetros de altura desde el suelo, con el objeto de permitir el lavado de los pisos.

5. Los pisos y paredes deben ser continuos, lisos e impermeables y unos y otros de materiales que permitan el lavado con liquido desinfectante. Este lavado debe hacerse siempre que sea preciso y por lo menos una vez al dia.
6. Los locales deben reunir buenas condiciones de desinfección, desodorización, ventilación, luz y desniveles de pisos, debiendo, cuando se disponga de alcantarillado estar unidos a éste y en su defecto, a fosas sépticas u otras clases de tratamiento adecuado.

Sección II

Lavamanos y duchas

1. En los lugares destinados al aseo del personal debe haber un lavamanos por cada 25 trabajadores. Estos locales deben ofrecer buenas condiciones de amplitud e higiene, de acuerdo con el número de trabajadores que hayan de utilizarlos.
2. En aquellos trabajos que por su índole especial resulten peligrosos para la salud o marcadamente sucios, se debe disponer de lavamanos y duchas provistas de agua corriente adecuada de acuerdo al clima imperante (fría o tibia).

En estos lugares de trabajo el número de lavamanos y duchas, debe ser como minimo, de uno por cada 10 trabajadores. La cuarta parte de las duchas, por lo menos, deben instalarse en cabinas unipersonales.

El equipo de aseo: jabón, toallas, cepillos, etc., debe ser de uso exclusivo y personal de cada trabajador y guardarse en locales apropiados.

3. Los locales destinados a lavamanos y duchas deben mantenerse siempre en perfecto estado de conservación y limpieza.

Sección III

Vestuarios

1. Los lugares destinados para que los trabajadores se desvistan o cambien ropa, deben estar próximos a los lugares de trabajo, amueblados convenientemente, en número proporcional al de laborante y llenando las condiciones de iluminación, ventilación y cubicación necesaria.

Sección IV

Comedores

1. Cuando por la índole del trabajo, los laborantes deben comer en los lugares de trabajo, éstos deben contar con locales destinados para este propósito.
2. Los comedores deben reunir las condiciones de iluminación, ventilación y cubicación necesarias, estar amueblados convenientemente, provistos de los medios necesarios para el aseo del trabajador y dotados de lugares especiales para guardar alimentos, recalentarlos y para lavar trastos.
3. Los comedores deben mantenerse en las mejores condiciones de aseo y limpieza.

Sección V

Botiquín

1. Todos los lugares de trabajo deben tener convenientemente instalados un botiquín médico-quirúrgico provisto de todos los elementos indispensables para atender casos de urgencia, según la índole de trabajo, frecuencia y clase de riesgos y número de trabajadores.
2. Estos botiquines deben estar a cargo de personal adiestrado.

V. Edificios y locales

1. Los edificios o locales donde se ubiquen centros de trabajo, ya sean temporales o permanentes, deben estar diseñados y construidos observando las disposiciones de los reglamentos locales y de las normas aplicables en ventilación, iluminación y confort térmico adecuados.
2. Los elementos arquitectónicos de los edificios y locales, requeridos para los servicios, acondicionamiento ambiental, comunicación, instalaciones a desnivel, circulación, salidas de uso normal y de emergencia y zonas de reunión en emergencias, deben estar diseñados y construidos convenientemente.
3. Las áreas de recepción de materiales, almacenamiento, de procesos y operación, mantenimiento, tránsito de personas y vehículos, salidas y áreas de emergencia y demás áreas de los centros de trabajo, deben estar delimitadas de acuerdo a las normas relativas.
Las áreas destinadas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, deben cumplir con lo dispuesto en las normas aplicables.
4. En el diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones de los centros de trabajo, deben observarse condiciones de seguridad e higiene para los trabajos en alturas o subterráneos, para lo cual se deberá tomar en cuenta su estabilidad, la resistencia de materiales, el tipo de actividad a desarrollarse, protecciones y dispositivos de seguridad.
5. Las áreas de tránsito de personas deben contar con las condiciones de seguridad, a fin de permitir la libre circulación en el centro de trabajo, de acuerdo a las actividades que en el mismo se desarrollen y al tipo de riesgo.
Para el personal discapacitado, se deben hacer las adecuaciones necesarias para facilitar la salida del mismo en caso de emergencia.
6. Las áreas de tránsito con circulación peatonal y vehicular deben ser independientes, delimitadas y señalizadas.

7. Los centros de trabajo deben contar con drenajes pluviales e industriales independientes, de acuerdo con la naturaleza de su actividad productiva.

5.2.2 Otras normas aplicables en fábrica y T.M.T.

A. Herramientas

1. Generalidades

- 1.1 Las herramientas, con excepción de aquellas normalmente llevadas en los cinturones, que deben ser subidas o bajadas, deben ser puestas en cubetas o bolsas apropiadas o firmemente amarradas a una línea de mano.
- 1.2 Las herramientas no deben ser tiradas de un lugar a otro, ni de persona a persona bajo ninguna circunstancia.
- 1.3 Las herramientas no deben dejarse tiradas en el suelo, para evitar lesiones o tropiezos. Deben tener un cajón específico para almacenarlas en cada departamento.
- 1.4 Las herramientas nunca deben dejarse elevadas sin estar bien aseguradas y sin que sobresalgan.
- 1.5 Cuando se esté trabajando encima de rejas abiertas se debe utilizar una lona u otra cubierta apropiada para cubrir la reja y evitar la caída de herramientas o piezas de equipo.

2. Uso de las herramientas

- 2.1 Los trabajadores deben usar siempre las herramientas apropiadas para el trabajo que estén realizando. Herramientas hechas o sustitutas deben utilizarse con toda precaución.
- 2.2 Cintas metálicas de medir, cintas de telas con hilos metálicos, calibradores, mangueras reforzadas con metal, etc., no deben usarse cuando se esté trabajando en o cerca de equipo o circuitos energizados.

2.3 Cinceles, barrenos, punzones, varillas puesta a tierra, tubería, etc., no deben ser sostenidas con las manos sino con sujetadores o tenazas apropiadas mientras están siendo golpeadas con un martillo o almágana usada por otro trabajador.

2.4 No se deben usar cuñas para adaptar llaves al tamaño requerido,

2.5 Un tubo ni ningún otro dispositivo se debe usar para prolongar el mango de una llave con el objeto de aumentar la palanca, a menos que éste haya sido diseñado para tal uso.

2.6 Llaves con las quijadas demasiado abiertas o dañadas no deben ser usadas.

2.7 Al usar un destornillador u otra herramienta neumática, el trabajador debe ponerse en tal posición que evite lesiones en caso la herramienta resbalara su posición de uso o se soltara algún accesorio.

2.8 Al aserrar a mano, la sierra debe estar bien sujeta para evitar que se suelte o se rompa al estar aserrando y pueda golpear o herir al trabajador. Cuando se vaya a finalizar el corte, se debe disminuir la presión de aserrado para evitar golpes con la prensa o heridas con las rebabas. Debe evitarse tener contacto con la sierra después de realizar un corte, pues ésta se calienta y puede provocar quemaduras.

3. Cuidado de las herramientas

3.1 Todas las herramientas no importando a quien pertenezcan o el uso a que estén destinadas, deben ser del tipo aprobado, mantenidas en perfectas condiciones y estar sujetas a inspección en cualquier momento. El jefe o encargado tiene la responsabilidad de rechazar las herramientas no apropiadas o en mal estado.

3.2 Todas las herramientas defectuosas deben ser etiquetadas para evitar su uso y deben colocarse fuera de los lugares de trabajo.

3.3 Los mangos de madera que estén flojos, rajados o astillados deben ser reemplazados antes de volver a hacer uso de la herramienta que se trate.

4. Herramientas eléctricas portátiles

4.1 Todas las partes metálicas conductoras de electricidad de herramientas portátiles como barrenos, esmeriladoras, etc., deben estar efectivamente conectadas a tierra.

4.2 Todas las herramientas eléctricas deberán ser revisadas cuidadosamente antes de usarse, para verificar que se encuentran en buenas condiciones de servicio.

4.3 Todas las herramientas deben ser objeto del mantenimiento apropiado y desconectarse mientras estén en reparación.

4.4 Las herramientas eléctricas no deberán usarse donde haya algún peligro de gases, vapores o polvos inflamables.

5. Herramientas neumáticas:

5.1 Aire comprimido y herramientas de aire comprimido deberán ser usadas con precaución.

5.2 Nunca deberá apuntarse hacia una persona con una herramienta neumática.

5.3 No deberá usarse aire comprimido con propósitos de limpieza a menos que la presión se reduzca a menos de 30 PSI y se usen guardas contra astillas y equipo de protección adecuado.

5.4 El aire comprimido no debe ser usado para limpiar polvo o suciedad de la ropa mientras ésta esté puesta, ni para quitar polvo o tierra del cabello.

5.5 El límite de presión establecido por el fabricante para herramientas, mangueras, tubos, válvulas, cilindros, filtros, etc., no deberá ser excedido bajo ninguna circunstancia.

5.6 No se debe expeler aire comprimido sobre y hacia el cuerpo de una persona.

B. Procesos de soldadura y corte

1. Soldadura oxiacetilénica y corte

1.1 Almacenamiento de los cilindros

- Los cilindros de oxígeno y acetileno deben almacenarse en forma vertical y con sus tapas colocadas.
- Los cilindros de oxígeno y acetileno no deben almacenarse juntos, especialmente empacados. Si por cualquier razón se produce una fuga en el interior del local o espacio contiguo con gas, la mezcla del gas con el aire será inflamable y explosiva. Un incendio o explosión en los alrededores de un cilindro de oxígeno puede hacer que el oxígeno se salga también, y al mezclarse con el acetileno que se quema, da como resultado una conflagración mucho mayor.

1.2 Manipulación general del cilindro

- Usar siempre un regulador para reducir la presión de un cilindro.
- Cuando un regulador se conecte a un cilindro, abrir primero la válvula del cilindro sólo un poquito, permitiendo que la manecilla en el manómetro del cilindro se separe lentamente del tope.
- Cuando sea necesario transportar cilindros, usar siempre una carretilla, lazo o plataforma apropiada.
- Cerrar siempre las válvulas de los cilindros vacíos.
- Nunca intentar mezclar gases en los cilindros.
- Nunca mezclar los cilindros llenos con los vacíos. Marcar siempre los cilindros vacíos.

- Nunca usar un cilindro como rodillo o soporte o como parte de un circuito eléctrico.
- Asegurarse de que los cilindros estén firmemente apoyados en el piso o anclados para que no se caigan.

1.3 Cilindros de oxígeno

- Mantener los cilindros de oxígeno, conexiones, etc., alejados del aceite y la grasa.
- No usar el oxígeno para operar herramientas neumáticas.
- Nunca emplear el oxígeno para ventilación forzada.
- No almacenar los cilindros de oxígeno cerca de materiales sumamente combustibles, depósitos de carburo o acetileno u otros cilindros de gas combustible.
- Proteger los cilindros de oxígeno contra el calor excesivo.
- Nunca emplear una llave o herramienta similar para abrir la válvula de un cilindro de oxígeno.

1.4 Cilindros de acetileno

- Almacene siempre los cilindros de acetileno en posición vertical, con el extremo de la válvula hacia arriba.
- Abrir la válvula del cilindro lentamente y nunca más de 1 1/2 vueltas.
- Si se produce una fuga en el cilindro y no puede cerrarse apretando la válvula, colocar el cilindro fuera del edificio, lejos de cualquier fuego posible y notificar enseguida al proveedor.
- Dejar siempre la llave de la válvula del cilindro de acetileno en su sitio cuando la válvula está abierta, a fin de poderla cerrar rápidamente en caso de emergencia.
- Almacenar siempre el acetileno en cuartos bien ventilados y colocar letreros en el local que digan: Peligro!, Se prohíbe fumar!
- Nunca molestar los tapones fusibles.

1.5 Equipo

- Nunca usar aparatos defectuosos o con fugas.
- No comprobar las fugas en un aparato por medio de una llave. Nunca usar agua jabonosa.
- Usar limpiadores de boquillas para limpiar las boquillas soldadoras y cortadoras.
- Al cambiar sopletes, cerrar el regulador. No doblar las mangueras ya que esta práctica daña los forros de las mismas.
- Usar la manguera más corta que sea posible. Recordar que cuanto más larga sea la manguera, mayor será la presión requerida.
- No reparar los escapes en mangueras, con cinta aisladora. Solicitar una manguera nueva.
- Usar un encendedor de chispa para prender la llama del soplete . Evitar tener que usar fósforos.

1.6 Cuidado y manejo de sopletes y boquillas

- Nunca usar pinzas en la tuerca de un soplete. Usar la llave especial.
- No usar trozos de alambre o instrumentos puntiagudos para limpiar los orificios. Usar el limpiador de boquillas de tamaño correcto.
- Nunca abandonar un soplete mientras esté encendido.
- Nunca montar una boquilla fría en un soplete caliente.
- No intercambiar las boquillas con aquellas de otros sopletes.
- No raspar o golpear la boquilla sobre una superficie abrasiva para desalojar materias extrañas del orificio. Usar un bloque de madera o de cuero.
- Nunca usar pinzas o llave en las válvulas de mano. Es necesario apretarlas con los dedos solamente.
- No permitir que un soplete "tosa" continuamente. Hay que buscar la causa y corregirla.

- Nunca usar aceite en un soplete y no permitir que entre en contacto con grasa.
- Buscar un lugar conveniente y seguro para colgar el soplete cuando no se usa.

1.7 Ropa que debe usarse, miscelánea

- Usar siempre gafas o anteojos provistos con lentes que satisfagan los reglamentos de seguridad. Tales lentes impiden la entrada de los rayos de luz dañinos y protegen los ojos contra las chispas y metal caliente.
- Usar siempre ropa protectora que no se incendie rápidamente, especialmente al llevar a cabo operaciones de corte.
- Evitar el uso de zapatos bajos y ropa con puños y bolsillos abiertos, especialmente al cortar.
- No hacer operaciones de corte y soldadura cerca de materiales combustibles o inflamables.
- Al soldar o cortar en lugares cerrados, proveerse de la ventilación adecuada.
- Nunca usar un andamio o tabla suspendidos de una cuerda, al trabajar con oxiacetileno.
- Nunca usar guantes grasientos o aceitosos.

2. Soldadura eléctrica

- 2.1 Cerciorarse que la máquina generadora tenga el amperaje requerido para la operación.
- 2.2 Mantener el equipo en buenas condiciones: limpio y seco.
- 2.3 Asegurarse que todas las conexiones eléctricas estén apretadas y limpias.
- 2.4 Usar cables de soldadura de calibre correcto, no sobrecargarlos.
- 2.5 Asegurarse de que los cables, portaelectrodos y conexiones estén debidamente aislados.

- 2.6 Desconectar la corriente del equipo de soldadura antes de limpiar y hacer justes internos.
- 2.7 Nunca cambiar la polaridad mientras esté trabajando la máquina.
- 2.8 Observar las precauciones de operación normal para evitar riesgos eléctricos.
- 2.9 Retirar o proteger debidamente los materiales inflamables que se encuentren en el área de soldar.
- 2.10 No soldar cerca de gases o líquidos volátiles o inflamables.
- 2.11 No soldar o cortar recipientes tales como tambores, barriles o tanques hasta estar seguro de que no hay peligro de fuego o explosión.
- 2.12 Colocar los despuntes de electrodos en recipientes metálicos.
- 2.13 Nunca producir un arco eléctrico en cilindros de gases comprimidos.
- 2.14 Proteger los ojos de los rayos del arco. Usar careta con lentes protectores apropiados mientras se esté soldando.
- 2.15 Usar gafas de protección al picar la escoria. Alejar la cara cuando se pique.
- 2.16 Usar guantes de cuero y proteger las ropas con gabachas, etc., para cubrirse de los rayos del arco y chispas.
- 2.17 Asegurarse de que hay ventilación adecuada en el área donde se trabaja.
Tomar precauciones especiales cuando se suelde con plomo, zinc, cobre o cadmio.

C. Resguardos

1. Ningún resguardo debe removerse de ninguna máquina o parte de ella, estando en funcionamiento o no, excepto que ésto se requiera para darle mantenimiento y se cuente con la autorización respectiva del jefe encargado correspondiente.

2. Los resguardos que hallan sido removidos para llevar a cabo mantenimiento, deben ser puestos de nuevo inmediatamente y las máquinas no operarán mientras no se hallan repuesto los resguardos, a menos que ésto fuera necesario para verificar el mantenimiento y con la autorización expresa del jefe o encargado respectivo.
3. Si por alguna razón fuera necesario operar una máquina con resguardos provisionales, éstos deben ser apropiados para los fines propuestos y reemplazados por resguardos permanentes tan pronto como sea posible.
4. Debe informarse inmediatamente toda vez que se encuentre que falta un resguardo o que está deteriorado.
5. No se debe trabajar sobre o alrededor de máquinas donde hay fajas, acoples, etc. al descubierto, mientras se usa ropa suelta, relojes, joyas y cabello largo.

D. Trabajos de electricidad

1. Antes de iniciar cualquier trabajo de orden eléctrico, el personal involucrado debe reunirse para establecer un plan de operación y el tipo de equipo a utilizar.
2. La instalación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas (iluminación, tomacorrientes, cableado, cajas de distribución, etc.) es atribución y responsabilidad exclusiva del personal designado, capacitado, equipado y autorizado específicamente para el efecto. Cualquier otro trabajador que no llene alguno de los requisitos mencionados, no puede instalar, reparar, modificar o dar mantenimiento a instalaciones de este tipo.
3. Todo trabajador debe reportar inmediatamente a su superior cualquier anomalía o defecto en una línea, aparato o herramienta que puede provocar algún daño a las personas, la propiedad o la prestación del servicio.

4. Todos los circuitos de controles, enunciadores y luces de indicación de tableros de mediciones de control, deben ser considerados como energizados. Los trabajadores que realicen tareas atrás de éstos pánels deben utilizar protección que los resguarden de partes energizadas. Debe tomarse precaución al desconectar y sopletear o drenar líneas de medición para evitar contactos con el equipo eléctrico.
5. Un trabajador no debe abrir o cerrar cualquier interruptor a menos que esté absolutamente seguro que es el correcto.
6. Los interruptores deben mantenerse completamente abiertos o cerrados. El operador deberá revisarlos cuidadosamente para ver que todas las cuchillas y cuerpos de arqueo de los interruptores al aire de manibra múltiple, estén en la posición correcta.
7. No se den usar anillos, relojes, cadenas, broches, prendedores, pulseras, esclavas o cualquier otro tipo de objetos de metal innecesarios cuando se trabaje en o cerca de partes energizadas.

5.2.3 Otras normas aplicables en fábrica

A. Máquinas

1. Sierra y lijadora eléctrica

- 1.1 Las sierras deben pararse y arrancarse fuera de la pieza que se va a cortar.
- 1.2 Enseñarle a los trabajadores que deben alejarse de la línea de corte, tanto como sea posible.
- 1.3 Al usar las lijadoras, deben alejarlas de su cuerpo y ropas.
- 1.4 En los lugares donde se usen lijadoras, debe de estar bien ventilado.
- 1.5 Para limpiar las sierras eléctricas (u otras herramientas eléctricas) no deben usarse disolventes tóxicos o inflamables.

1.6 Nunca debe cambiarse, ni ajustarse la hoja de una sierra mientras éstas se encuentran enchufadas.

2. Esmeril

2.1 La piedra debe estar entera antes de montarla.

2.2 Al montar la piedra en el eje del motor, las revoluciones por minuto indicadas en la piedra, deben coincidir o ser poco mayor que las del motor.

2.3 La superficie curva de la piedra debe quedar concéntrica al eje del motor; en caso contrario, al poner en marcha el motor, se producirán vibraciones y ondulaciones en el material.

2.4 Durante el esmerilado, usar siempre anteojos claros protectores.

2.5 No utilizar la piedra de esmeril para cortar trapos (mantas) ni wipes.

2.6 No se quite la tolva protectora de la piedra.

2.7 No se quite la piedra en marcha.

3. Tornos, cepillo, fresadora, roladora y barreno

3.1 Las fresas deben estar bien afiladas y estar en buenas condiciones, al usar una fresa desafilada o dañada puede dar por resultado una lesión al operario.

3.2 Los operarios no deben tomar con las manos la fresa para guiarla dentro de un agujero o para frenar la rotación del mandril.

3.3 Los operarios de los tornos y fresas no deben llevar corbatas, ropas sueltas, mangas largas ni reloj de pulsera, cadenas, etc. mientras hagan funcionar el torno o la fresadora.

3.4 Antes de poner en marcha cualquier cepillo, debe comprobarse el estado de la máquina y su montaje, también hay que cerciorarse de que todas las guardas estén en su lugar.

3.5 Al parar el torno, debe esperarse que el mandril deje de rotar por el mismo. Nunca debe pararse con la mano.

- 3.6 Cuando haya alguna anormalidad en el funcionamiento del mandril, se le debe desmontar y limpiar todas las piezas de su mecanismo.
- 3.7 Los piñones y la corona del mandril deben ser lubricados con grasas luego de cualquier desmontaje.
- 3.8 No hay que olvidarse de quitar la llave del mandril.
- 3.9 Al montar el mandril, se deben limpiar y lubricar las roscas del husillo del torno y del cuerpo del plato.

B. Patio y molinos de caña

1. Grúas

- 1.1 Los cables deben ser inspeccionados periódicamente. Las secciones dañadas deben ser eliminadas y destruidas o el cable reemplazado por otro, cada 40 días.
- 1.2 Los operadores del equipo de elevación deben seguir únicamente las señales del trabajador designado para el efecto. Sin embargo, deben obedecer la señal de parada dada por cualquiera de los trabajadores.
- 1.3 Los retorcimientos deben ser eliminados antes de tensar una cuerda o cable.

2. Picadoras

- 2.1 Los trabajadores no deben permitir espectadores que se paren cerca del conductor de caña mientras están alimentando caña dentro de él.
- 2.2 El trabajador nunca debe poner sus manos u otra parte de su cuerpo en el conductor de caña mientras está en operación.

3. Molinos

- 3.1 Antes de principiar el montaje, todos los bloques, polipastos y conexiones en la grúa, deben ser inspeccionados detenidamente.

3.2 Los trabajadores del área de molinos no deben ir montados en las piezas que están siendo izadas, como tampoco en los ganchos y cables. No deben deslizarse para abajo sobre las cuerdas o los cables.

3.3 Los trabajadores en tierra :

- No deben levantar o balancear carga sobre los otros que estén trabajando en tierra.
- No deben caminar o trabajar debajo de cargas que estén suspendidas.

3.4 Los trabajadores deben llevar puestos sus respectivos cascos.

4. Turbinas

4.1 El dispositivo de disparo automático de sobrevelocidad de todas las turbinas de vapor (incluyendo las turbinas auxiliares) debe ser probado por medio de una sobrevelocidad real por lo menos al principio de la zafra o más frecuentemente si las condiciones de operación así lo indican.

4.2 Todos los sistemas de la tubería de aceite deben ser inspeccionados frecuentemente para determinar que todas las conexiones y juntas estén apretadas y evitar fugas.

4.3 Cualquier aceite en el piso o sobre el equipo debe ser limpiado inmediatamente.

C. Calderas

1. Las válvula de purga del cabezal de agua no debe ser operada mientras la caldera esté bajo carga o siendo arrancada.
2. No se debe intentar purgar más de una caldera a la vez.
3. Al efectuar la purga de una caldera, si el operario no puede ver el indicador de nivel de agua, deben arreglarse señales positivas con otro operario que esté en una posición desde la cual pueda ver el indicador de nivel.

4. En el caso de que ocurra la rotura de una línea de purga, la falla de un tubo o algún escape serio de agua, el fuego debe ser disminuido inmediatamente y deben seguirse otros procedimientos recomendados por el fabricante.
5. Los trabajadores no deben laborar en las válvulas de seguridad mientras la caldera esté bajo presión excepto para hacer los ajustes necesarios.
6. No se debe trabajar en líneas de vapor mientras éstas estén bajo presión.
7. Todo trabajador debe mantenerse alejado de cualquier fuga de presión de aire o aceite que escape de una línea o accesorio roto. No debe hacerse ningún intento por tapar o disminuir la fuga usando alguna parte del cuerpo. La máquina, bomba o compresor deben ser parados tan pronto como se detecte la fuga.
8. Antes de desmontar válvulas, bridas y equipo similar en calderas, tanques o tubería a presión, la presión debe ser aliviada y el equipo drenado convenientemente.

D. Fabricación

1. En estos lugares o circunstancias en las que el suministro de agua no pueda llevarse a cabo en forma corriente y las condiciones de calor y tiempo de trabajo impongan la necesidad de proveer el suministro de agua potable, éste debe hacerse en recipientes que garanticen la potabilidad del agua hasta el momento de consumo.
2. Para la limpieza de los evaporadores y los tachos, los trabajadores deben de utilizar un equipo adecuado para su protección tal como lentes especiales y guantes.

3. El equipo protector aprobado y ropa apropiada debe llevarse puesta cuando ácidos o cáusticos en cantidades peligrosas puedan derramarse , salpicar o caer sobre la persona que los maneje. La protección mínima puede ser gafas especiales para usos con químicos, guantes y gabachas.
4. Si cualquier ácido, cáustico y otro químico hace contacto con los ojos, éstos deben ser lavados con grandes cantidades de agua. No deben frotarse los ojos.
5. La iluminación y ventilación deben ser adecuadas para el área de fabricación.
6. En las áreas de fabricación donde se transporte agua caliente o vapor (por ejemplo: evaporadores, tachos), se debe evitar el contacto directo con ellos, así mismo, verificar el buen funcionamiento de tuberías para evitar fugas o rebalses.
7. En las centrifugas, se debe tener cuidado en las descargas manuales y se debe procurar el resguardo y no contacto de partes móviles como cadenas, engranajes, etc.

E. Instrumentación, andamios y escaleras

1. Escaleras y andamios

- 1.1 Todas las escaleras deben ser inspeccionadas frecuentemente.
- 1.2 Las escaleras y andamios deben ser suficientemente fuertes para el uso que se pretende darles.
- 1.3 Escaleras metálicas portátiles no deben ser usadas en la proximidad de equipos eléctricos energizados.
- 1.4 Al subir o bajar de una escalera, los trabajadores deben tener las manos libres, agarrar los largueros de los lados con ambas manos y colocarse de frente a la escalera.

2. Soportes de seguridad y andamios

2.1 Ningún trabajador, material o equipo debe suspenderse o descansar en cualquier parte de un andamio, escalera, estructura elevada, grúa o puente de grúa sin antes determinar que el soporte es lo suficientemente fuerte y está asegurado en su lugar en la forma adecuada.

2.2 Todo andamio debe inspeccionarse antes de usarlo para asegurarse que tiene la suficiente resistencia y rigidez para soportar con seguridad el peso de los hombres, equipo y materiales que trabajarán sobre él.

2.3 Todo andamio debe ser provisto de barandas o tablas de guarda cuando sea práctico y se esté trabajando a una altura mayor de 3 metros.

2.4 Todo andamio debe instalarse sobre una base apropiada y deberá mantenerse a nivel.

3. Escaleras simples

3.1 Los trabajadores no deben detenerse ni trabajar sobre cualquiera de los dos últimos peldaños de la escalera.

3.2 Cuando se trabaje desde una escalera portátil, ésta debe estar colocada en forma segura, sostenida, atada o fijada de cualquier otra forma para evitar que resbale o caiga.

3.3 Una escalera no debe ser empalmada con otra para dar el largo requerido en un trabajo determinado.

Si la escalera utilizada no fuera lo suficientemente larga, debe buscarse otro que si lo sea.

4. Escalera de doble banda

4.1 Los trabajadores no deben laborar detenidos sobre el último peldaño de la escalera.

- 4.2 Mientras un trabajador esté laborando sobre una escalera doble, en un punto de tres metros o más sobre el suelo, la escalera debe ser sostenida por una persona por lo menos.
- 4.3 Las patas de la escalera doble en uso deben estar completamente separadas y las barras de separación deben estar aseguradas y en su lugar.

F. Cuerdas y equipo de izar

1. Una cuerda no debe ser cargada o halada sobre objetos ásperos o filosos.
2. Debe evitarse curvar las cuerdas sobre esquinas filosas.
3. Cuando una cuerda no esté en uso debe ser secada y almacenada apropiadamente, libre de la posibilidad de cualquier daño mecánico, químico o de excesivo calor o humedad.
4. Las cuerdas deben examinarse regularmente en busca de cortes, puntos de desgaste, quemaduras y podredumbre.
5. La apariencia exterior de una cuerda no debe tomarse como prueba de su fuerza y calidad.
6. Las cargas no deben ser excesivas.
7. Los cordeles de mano deben llevarse desenrollados al subir a la estructura (un poste o base) con una punta asegurada al cinturón de seguridad. No deberán ser sostenidos en la mano mientras el trabajador esté subiendo la estructura (un poste o base).
8. Las cadenas o cables no deben ser empleados cerca de equipo energizado.

5.2.4 Otras normas aplicables en T.M.T.

1. Deben mantenerse todos los aditamentos de protección en su debido lugar.

2. Hay que asegurarse que la gente está a una distancia prudente del equipo antes de ponerlo en marcha, para que no sean golpeados por partes en movimiento o atrapados por una banda o cadena que se mueve.
3. Antes de dar servicio a la máquina, hay que parar el motor, bajar el implemento al suelo y esperar hasta que todo mecanismo esté completamente parado.
4. No se debe permitir que personas ajenas a la operación del equipo se suban sobre él.
5. Mantener las manos, pies y ropa lejos de mecanismos en movimiento.
6. Reducir la velocidad al frenar o tomar curvas con la máquina.
7. Antes de dar servicio o reparar el mecanismo de articulación (si lo hay) se debe instalar la barra de seguridad.
8. Personas ajenas a la operación de la máquina no deben mantenerse en la plataforma del operador cuando la máquina está siendo operada.
9. Las tapas protectoras deben estar en su lugar y en buenas condiciones antes de trabajar en el campo.
10. Fluido que escapa bajo presión puede tener suficiente fuerza para penetrar en la piel, y causar daños físicos. Antes de desconectar las mangueras hay que asegurarse de bajar la presión. Antes de aplicar presión al sistema, es necesario que todas las conexiones estén apretadas y que las tuberías y mangueras no estén dañadas. Fluido que escapa por un agujero pequeño puede ser casi invisible. Se debe usar un pedazo de cartón o madera, en vez de las manos, para buscar fugas sospechosas.
11. Ropa usada por el operador debe de estar apretada y fajada. Chalecos y camisas de manga sueltas nunca deben usarse debido al peligro de que queden atrapadas en partes móviles.
12. Nunca se debe limpiar, lubricar o ajustar la máquina cuando está funcionando.

13. Se debe mantener la plataforma del operador limpia, y no debe usarse para cargar herramientas sueltas, bolsas de almuerzo, etc.
14. Antes de iniciar la marcha, es necesario que las sustancias peligrosas como la gasolina, estén aisladas de posibles riesgos creados conscientemente o no, para evitar accidentes; por ejemplo, no hay que fumar mientras se bombea combustible o mientras se transportan materiales combustibles.
15. El motor debe pararse mientras se abastece de combustible. Hay que tener cuidado cuando el motor esté caliente mientras se abastece de combustible.
16. No se debe usar gasolina o aceite diesel para limpiar piezas. Se debe usar solvente a prueba de fuego para ello.
17. Es necesario utilizar equipo personal de protección como mascarillas para el polvo al salir al campo, y también hacer uso de las protecciones que la máquina brinda, por ejemplo, cerrar vidrios de las puertas cuando sea necesario, etc.
18. Se debe proveer ventilación adecuada al cargar las baterías.
19. No se debe revisar la carga de las baterías poniendo una barra de metal a través de los bornes.
20. Evitar fuego o chispas cerca de las baterías.
21. No se debe fumar cerca de las baterías.
22. No se debe revisar el nivel de combustible, electrolito de la batería o líquido del radiador usando llama encendida.
23. Evitar el uso de llama encendida para buscar fugas en el equipo.
24. Evitar el uso de llama encendida como linterna dentro o alrededor del equipo.
25. Siempre se debe parar el motor antes de limpiar la máquina.
26. Se debe mantener la plataforma del operador limpia; no usarse como plataforma de almacenaje.
27. La parrilla del radiador y del motor deben mantenerse siempre cerradas y limpias. Es necesario evitar el peligro de fuego.

28. Se debe mantener todo equipo libre de sucio y aceite. Hay que estar consciente de la existencia de sustancias resbaladizas en las escaleras y plataformas de la maquinaria.
29. Fugas de líquidos bajo presión pueden tener suficiente fuerza como para penetrar la piel y causar serios daños personales. Antes de desconectar las líneas, se debe bajar la presión.
30. Antes de aplicar presión a los sistemas, todas las conexiones deben estar apretadas y las líneas, tuberías y mangueras no deben estar dañadas.
31. Si ocurren heridas por fluido que se fuga, se debe ver al doctor inmediatamente. Infección o reacción serias pueden ocurrir si no se recibe tratamiento médico adecuado.
32. Se debe recordar que el sistema de inyección diesel y el sistema hidráulico funcionan bajo presión, para bajar la presión se debe consultar el manual técnico.
33. Al revisar la presión en el sistema hidráulico, se debe usar el manómetro de presión correcto para dicho sistema.
34. En cualquier actividad, se debe utilizar equipo y herramientas fabricados exclusivamente para ese fin, no deben amontonarse ni dejarse en cualquier lado durante y al terminar la actividad. Es necesario tener un lugar adecuado para su almacenamiento y darle un tipo de orden para localizarlos fácilmente.
35. Para el desarrollo de cualquier operación peligrosa, es necesario que se consulten los manuales técnicos de reparación o de manejo de la maquinaria, para evitar actos inseguros que conlleven a sucesos no deseables para las máquinas y para la integridad física de las personas.
36. Mantenga los frenos y la transmisión debidamente ajustados todo el tiempo. Antes de ajustar alguna pieza, se debe parar el motor.

37. Para un tiempo corto o largo, se deben colocar equipos, herramientas, partes de las máquinas en reparación y otros elementos en lugares seguros, especialmente en lugares bajos que no sobrepasen la altura mínima de los trabajadores.
38. No intente verificar la tensión de las correas o cadenas mientras la máquina esté funcionando.
39. Antes de reparar el sistema eléctrico, o hacer una reparación mayor, se deben desconectar las baterías.
40. Si es necesario hacer reparaciones o verificar presiones con el motor funcionando, siempre deben haber dos personas; una, el operador, que esté en los controles. La otra, verificando averías donde el operador le indique. También, se debe mantener la transmisión en neutral y aplicar los frenos. Se deben mantener las manos fuera del alcance de partes en movimiento.
41. Se debe tener cuidado en la reparación y funcionamiento de todos los sistemas de la maquinaria (arranque, lubricación, enfriamiento, eléctrico, de combustible y mecánico).
42. Es indispensable que en los casos aplicables para los equipos y maquinaria general utilizadas en el Ingenio Tululá (tractores, grúas, alzadoras, patrol, retroexcavadoras, camiones, buses, vehiculos livianos, motos, jaulas, chapeadoras, rastras, cultivadoras, subsoladoras, carretones, cuchillas niveladoras, fertilizadoras, arados, surqueadores, picadoras, cortadoras de pasto, desbasuradores, barrenos, motosierras, bombas de riego, motores de agua, etc.), a la hora de su operación, se les de un buen manejo y mantenimiento además de:
- no sobrecargar el transporte;
 - en lo posible, mantener equipo de extinción de incendios (extinguidor);
 - llevar un correcto control del instrumental de medición en cabina, así como de los elementos que se miden;
 - tener suma precaución con el personal que se transporta;

- tener una copia del manual técnico del equipo o maquinaria para evitar acciones inseguras;
- usar la máquina o el equipo en la actividad para la cual están destinados y en el caso que lo amerite; y
- conocer las acciones correctas a desarrollar en cada actividad, para evitar descomposturas, retrasos, peligros y accidentes.

5.2.5 Otras normas aplicables en el área agrícola

A. Hulera

1. Utilizar correctamente el equipo con el que se prepara el terreno (azadones, arados, rastras) para la siembra de almácigos y plantaciones, así como seguir los pasos correctos y evitar accidentes.
2. Tener cuidado al moldear y colocar estacas, colocar escantillones, para la siembra de los almácigos.
3. Usar equipo de protección (guantes, mascarillas) y manejar correctamente el equipo de aspersión (bomba, mochila) al utilizar fungicidas para semillas, con el fin de evitar fugas que afecten la piel o la respiración.
4. No deben haber amontonamientos de basura cerca de las camas de germinación, almácigos y plantaciones para evitar riesgos biológicos (daños por animales nocivos: ratas, ratones, lagartijas, etc.)
5. Cuando se realice la fertilización y aplicación de plaguicidas (insecticidas, herbicidas), se deben usar guantes adecuados y demás equipo de protección requeridos a la hora de efectuar mezclas y a la hora de la aplicación ya sea manual, mecánica (foliar); en este último caso, contar con protectores de espalda cuando se carga mochila y darle un buen manejo a la misma.

6. El machete utilizado para el corte de malezas en forma manual, debe estar bien afilado, no tener un cabo y hoja desgastados o inadecuados, ser utilizado eficientemente evitando acciones peligrosas que expongan la integridad física de la persona.
Igual situación se aplica a las navajas o cuchillas utilizadas en las podas y deshijes.
7. Para los riegos, usar adecuadamente las tomas de abastecimiento de agua en el riego por gravedad o el equipo mecánico de aspersión para evitar resbalones y ahogamientos.
8. En la injertación de clones a árboles patrones, se debe tener el herramental y equipo necesario para no tomar sustitutos inadecuados que generen peligro para la persona. Así mismo, las mascarillas y guantes serán necesarios. La herramienta y equipo base será: navajas, piedra de afilar, wippe, fungicidas, vendas, etiquetas plásticas, tijeras podadoras de mango largo, botes de galón para disolver fungicida.
9. Durante la preparación del árbol para la pica, se deben usar las herramientas y equipos exclusivos para ello: compases en forma de "U" para diámetro, regla de madera con medidas establecidas, cordel, cuchilla para picar o sangrar, banderola para diseñar paneles, rayador para marcar paneles, canalitos de lámina, ganchos de alambre para sostén de tazas, tazas para depositar el látex, escalera para cortes en alto. Además, un bote, bolsa o canasta para transportar el hule coagulado, una botella de agua con un pequeño porcentaje de gas amoníaco y una solución de sulfito de sodio o los que se utilicen.
10. La técnica de la pica debe ser bien asimilada para que a la hora de rajar y picar la corteza no haya desvíos o cortes falsos que den lugar a accidentes como cortaduras. También, el amoníaco es un gas peligroso por lo que es necesaria la protección.

11. Es necesario que el trabajo en partes altas de los árboles, la persona asegúre la escalera y posea arnés o cuerda para mantenerse segura.
12. El hule debe almacenarse en un centro de acopio. En caso de lluvias durante la pica, se deben tener nylos o capas así como bodegas o corredores de protección.
13. Es necesario que se facilite el acceso a dispensadores o fuentes de agua para satisfacer las necesidades de los trabajadores.

B. Siembra de caña

1. Para realizar el corte de la semilla (de cogollo, de plantillas, primeras y segundas socas o semilleros), el trabajador debe observar los procedimientos dados para el corte de caña (inciso D). De preferencia, el corte debe hacerse a ras del suelo y las cañas ser transportadas enteras sin deshojar hasta el sitio donde se vayan a sembrar.
2. Cuando se vaya a transportar la semilla por un largo trecho, éste debe hacerse a través de carretones sin sobrecargarlo para evitar caídas de los paquetes o caña recién cortada.
3. El seccionado de los tallos para las semillas, es necesario hacerlo en el suelo y no en el aire para evitar los consiguientes peligros. También, hay que sujetar los tallos correctamente para evitar movimientos peligrosos de los mismos que golpeen en partes del cuerpo. Al seccionar también se debe procurar que la mano que detiene el tallo no se encuentre muy cerca del lugar donde se seccionará la caña con el machete.
4. Al formar los paquetes, se debe colocar el número adecuado de canutos de tallo, de tal manera que no representen demasiada carga para el trabajador, con el consiguiente cansancio o fatiga en exceso. También, los cogollos o pitas utilizados para amarrar los paquetes, deben ser bien resistentes, del tamaño adecuado y los nudos deben ser seguros.

5. Cuando se transporten los paquetes hacia los surcos, éstos deben hacerse con necapal y evitar cargarlos con las manos, provocando un mayor cansancio.
6. Tener cuidado al moldear y colocar estacas, para la siembra de las semillas.
7. Se debe tratar que la distribución de la semilla hacia los surcos, sea eficiente, no sólo para el proceso, sino para que la productividad de la persona sea alta, teniendo un buen método que disminuya la fatiga no sólo para la distribución de las semillas sino por las condiciones ambientales.
8. Durante el acomodado y tapado de las semillas, debe tenerse el azadón en buenas condiciones velando porque el cabo no se encuentre flojo y sea del tamaño adecuado a la persona.
9. Cuando se realice la fertilización y aplicación de plaguicidas:
 - A la hora de efectuar las mezclas, se deben usar guantes adecuados y demás equipo de protección requerido.
 - Si la aplicación de estos químicos va a hacerse en forma granular, es prohibido efectuarla con las manos, únicamente debe hacerse con el equipo de aplicación diseñado para ello.
 - Si la aplicación de estos químicos va a hacerse en forma mecánica (foliar), se deberá contar con los protectores de espalda cuando se cargue mochila y darle un buen manejo a la misma. Así también, contar con mascarillas de protección adecuadas.
10. Para los riegos, usar adecuadamente las tomas de abastecimiento de agua en el riego por gravedad o el equipo mecánico de aspersion para evitar resbalones o ahogamientos. Cuando se utilice el agua de la fábrica en los lugares cercanos al ingenio, debe tenerse cuidado al utilizarla, porque su temperatura es alta (alrededor de 40 grados centígrados).

C. Plagas, fertilización y control de malezas

- 1. Al manipular insecticidas organofosforados, carbamatos, etc. (por ejemplo: pillarfox 5G, Agromil 5G, Unden, Folidol), fertilizantes (como la Urea, 12-24-12) y herbicidas (como 2,4-D, Diurón, Gramurón), en el caso de las mezclas deben tenerse guantes a prueba de agua y anteojos o mascarillas de protección guardando los cuidados necesarios al manipularlos. Así también, se deben transportar y mantener estos productos en buenas condiciones, velando porque los costales o mantas en donde se encuentran almacenados, no tengan agujeros.**
- 2. Durante la mezcla, se deben utilizar los recipientes adecuados como cubetas de plástico, vasos, etc.**
- 3. Se deben colocar avisos de precaución en los lugares de almacenamiento y manejo de los plaguicidas y fertilizantes.**
- 4. Mezclar los fertilizantes de acuerdo a las instrucciones. Haga lo mismo con los plaguicidas.**
- 5. Aplicar correctamente los fertilizantes y plaguicidas.**
- 6. Tirar envases de mezclas de plaguicidas y mezclas de fertilizantes sobrantes. En caso necesario, hacer advertencias para no utilizar los envases como depósito para otros líquidos.**
- 7. Trabajar al aire libre.**
- 8. Durante la aplicación de los fertilizantes ya sea en forma manual (bombas de mochila) o por medio de fertilizadoras mecánicas, y durante la aplicación de plaguicidas con bombas de mochila o por medios mecánicos (chapeadora, cultivadora), debe tenerse en cuenta que al fumigar sin protección y contra el viento puede ocasionar intoxicación por inhalación. También, los derrames en equipos defectuosos pueden causar intoxicaciones por contacto con la piel.**

9. En la medida de lo posible, durante la aplicación de fertilizantes y plaguicidas se debe utilizar sombrero de ala ancha, anteojos, mascarillas, ropa ajustada, botas a prueba de agua, etc.
10. Fumar o comer durante la aplicación de plaguicidas y fertilizantes puede causar intoxicación por la vía digestiva.
11. La protección de los ojos evita que una salpicadura de estos compuestos penetre en ellos y los irrite.
12. Cuando el control de malezas se desarrolle con azadón y/o machete, esté consciente del peligro de estas herramientas y de los animales nocivos que se encuentran escondidos.
13. En el control de malezas, el desbasurador mecánico utiliza ganchos peligrosos. Por lo tanto, se deben tomar las debidas precauciones.
14. Es necesario bañarse y cambiarse de ropa luego de manipular estos químicos.

D. Corte de caña

1. Equipo que el cortador debe usar:
 - 1.1 Camisas de manga larga o en su defecto protector de brazos, zapatos altos, pañuelos, sombreros de ala ancha, lima con cabo largo y grueso, machete con funda.
2. Aspectos de seguridad en el corte de caña:
 - 2.1 Posición: el pie contrario a la mano que corta debe estar atrás. Aunque eso no siempre es posible por varios factores o a veces por falta de costumbre, debe practicarse siempre que sea posible ya que un machetazo en falso puede herir el pie si está hacia delante.

2.2 Pendiente: antes de cortar la cepa, debe limpiarse y despejar el área de corte, es decir, si hay cañas con cogollos o mamones que apunten hacia el cortador, deben cortarse y descogollarse primero; ésto permite manejar mejor las cañas y evitar que el cortador pueda herirse la cara, principalmente los ojos, con las hojas y puntas de cogollos.

Debido al peso del machete, debe procurarse que todo lanzamiento vaya hacia afuera del cuerpo, principalmente al realizar los despejes aéreos.

El cortador no debe agarrar los cogollos de los mamones al descogollarlos, pues puede machetarse la mano. Debe utilizar el gancho del machete para desbasurar la cepa.

2.3 Seguridad al descogollar: debe evitarse al máximo descogollar las cañas en el aire ya que además de ser una práctica antitécnica (baja en rendimiento), es peligrosa para el cortador, pues muchas veces descogolla lanzando el machete hacia su cuerpo y no tiene suficiente fuerza para asegurar las cañas. El descogolle debe hacerse cuando las cañas estén ordenadas en la chorra, lanzando el machetazo al suelo.

2.4 Para facilitar la movilización del cortador en los surcos de corte, éste debe dejar un espacio de por lo menos 1 metro entre la chorra y los surcos que esté cortando; no debe pararse sobre la chorra ya que podría caerse o lastimarse.

2.5 Seguridad al avanzar:

- La lima debe estar encabada correctamente (cabo de 1" de diámetro y largo del tamaño de la mano empuñada), para que las manos no queden sueltas.
- El machete previo a afilarse, debe limpiarse para obtener un mejor afilado y proteger la lima.

Debe colocarse con el cabo entre las piernas (cruzado) y la hoja apoyada en la pierna izquierda del cortador, con el filo hacia afuera y

sujetarse bien (el cabo con la pierna derecha). Esta operación se realiza sentado.

- La seguridad en el afilado del machete debe ser de la siguiente forma:
 - El machete se limpia con un cogollo de caña.
 - Se seca el machete con un trapo.
 - Se busca un sitio adecuado y seguro para sentarse y afilar la herramienta.
 - Colocar el mango del machete entre los muslos, con la cara interna de la hoja hacia abajo.
 - Sujetar bien el machete para evitar movimientos que le puedan desviar la lima y herirle las manos o los dedos al afilar.
 - Asegurar la lima del mango con la mano derecha (o izquierda, según sea), sin que los dedos sobresalgan de éste.
 - Agarrar la lima del mango con los dedos pulgar e índice para hacer presión sobre la lima.
 - Recorrer la lima con movimientos continuos de adentro hacia afuera hasta hacer un desgaste de medio a un centímetro.
 - Desgastar y redondear con la lima la esquina del ángulo opuesto al gancho.
 - Repetir la operación hasta afilar la cara externa del machete.
 - Colocar el mango del machete sobre el hombro izquierdo presionándolo con la rodilla izquierda, para evitar movimientos del machete.
 - Rozar la lima con movimientos repetidos de arriba hacia abajo, hasta eliminar la limadura y emparejar el filo.
 - Observar el filo total del machete y emparejarlo donde hay necesidad. No revisar el filo con los dedos.
 - Al concluir las labores, colocar el machete en un lugar seguro, para evitar accidentes.

- Antes de cortar la caña se hacen los despejes terrestres y aéreos. Las hojas y tallos que van hacia el cuerpo del cortador pueden causar daños.
- En caña con hoja, la limpieza de los tallos se hace con el lomo y gancho del machete. Si se hace con el filo, por la forma y tamaño del machete se pueden crear cortes falsos que provoquen accidentes mayores.
- Los tallos se pueden lanzar hacia la chorra con ayuda del machete, pero con el filo hacia afuera.
- Al cortar por brazadas o por macollas, éstas deben llevarse arrastradas hasta donde sea posible. No se debe en ningún momento sobrepasar el peso que se puede arrastrar.

2.6 Quemadas:

- Se debe tener cuidado al agregar combustible al arreglo hecho para provocar el fuego para la quema. Si este combustible se vierte en las manos, a la hora de provocar la llama, ésta puede alcanzar al trabajador.
- Se debe verificar que a la hora de iniciar la quema no se encuentre ninguna otra persona cerca; es necesario dar el aviso correspondiente con anticipación.
- No hay que exponerse al humo, pues se corre el peligro de asfixia.

2.7 Abastecimiento de agua y suero:

- Los trabajadores deben portar su posillo limpio correspondiente para que a diario se les proporcione la cantidad de agua y suero necesarios para su buen desempeño. Este suero será disuelto en agua en las cantidades correctas, adhiriendo colorantes de sabor y será transportado al campo cuidadosamente y en recipientes herméticos.

2.8 Abastecimiento de medicinas:

- El personal de corte debe tener el servicio de botiquín para atender cualquier percance. Este botiquín debe estar a cargo de los monitores,

personas que deben poseer uno por cada uno. Estas personas deben capacitadas por personal médico para atender primeros auxilios.

- Se debe velar porque cada botiquín esté equipado convenientemente.

E. Alce

1. En la precosecha, debe tenerse cuidado al moldear y colocar el estaquillado para la aplicación de madurantes. En esta actividad se utilizan machetes que al darles un mal manejo ocasionan accidentes.
2. Cuando se aplican madurantes (herbicidas y antiderivantes-coadyuvantes) por medio de helicóptero, se debe preveer la no ausencia de personas dentro del área de aplicación.
3. Durante el alce de la caña, el operador de alzadora debe tomar y elevar las cañas de la forma más segura posible. El alce debe realizarse a la velocidad normal para dar tiempo a los recogedores de caña a efectuar su labor eficientemente.
4. El operador de alzadora se debe percatar que no haya personas en un radio de 3 metros al iniciar y terminar el alce de caña.
5. El operador de alzadora no debe sobrecargar ésta y la jaula. Deben llevarse a ras.
6. Cuando la alzadora se transporte a otras fincas, debe tenerse precaución con el personal que se transporta y con la máquina.
7. El recogedor de caña debe poner ésta en lugares fáciles de cargar.
8. Al desenganchar jaulas, esta operación se debe desarrollar con el mayor cuidado y en forma precisa, para evitar que los dedos de las manos queden prensados en el gancho.
9. El desenganche debe hacerse en puntos firmes de la calle o ronda.
10. La jaula colera es la primera que se desengancha, luego la jaula cabecera.

11. A los cabezales debe engancharse primeramente la jaula cabecera, luego la jaula colera.
12. En la medida de lo posible, deben usarse guantes de cuero y linternas (en la noche) al operar con cañas y al realizar operaciones de enganche y desenganche de jaulas.
13. Con el mayor cuidado posible, se deben verificar los enganches de jaulas llenas para que se proceda a transportarlas hacia el ingenio. El operador de cabezal debe ser prudente y acatar todas las señalizaciones de tránsito.

5.2.6 Evacuaciones

A. Salidas y escapes

1. Siempre debe tomarse en consideración la posibilidad de que cunda el pánico. Evitar todo aquello que obstruya el paso (salidas angostas, secciones estrechas o ángulos pronunciados en los corredores, escaleras con descansos muy pequeños, espacios inadecuados al pie de las escaleras o frente a las salidas).
2. El tránsito libre de personas normales, una detrás de otra, requiere un ancho de 55 cm, que es la medida que usualmente se emplea como unidad al estimar el ancho de las salidas. El mínimo aceptable es un ancho de dos unidades.
3. La distancia máxima desde cualquier punto de un lugar o zona de trabajo, hasta la salida más cercana, no debe exceder de:

- lugares de mucho riesgo	25 metros
- lugares de riesgo moderado o de poco riesgo	30 metros
- Lugares de poco riesgo, con instalación de rociadores	45 metros
4. El ancho mínimo de las escaleras debe ser de 1.10 metros, los peldaños sin contar los rebordes, deben tener un ancho no menor de 22.5 centímetros; la

altura de las contrahuellas no deben exceder de 20 cm. Los peldaños y contrahuellas deben ser uniformes respecto al ancho y altura, proporcionadas en forma tal que la suma de dos contrahuellas y un peldaño, sin incluir el reborde, no sea menor de 60 cm. ni mayor de 62.5 cm.

5. Todas las puertas de salida deben abrirse hacia afuera.
6. Las rampas con inclinación máxima de 30 cm. por cada tres metros son aceptables en sustitución de las escaleras.

B. Protección contra incendios

1. El equipo de protección contra incendios debe estar colocado apropiadamente todo el tiempo. A excepción de cuando se estén usando, ningún trabajador debe mover dicho equipo sin la debida autorización de la persona o instancia correspondiente.
2. El equipo de protección contra incendios debe señalizarse, localizarse, registrarse, numerarse, pintarse y probarse sistemáticamente de acuerdo a las disposiciones de uso.
3. El equipo de protección contra incendios debe mantenerse en buenas condiciones de servicio todo el tiempo. Todo equipo extinguidor y demás equipo contra incendio debe ser regularmente, inspeccionado, revisado, aprobado, limpiado, pesado, etc., según sea el caso. La fecha y una breve descripción de lo efectuado a cada extinguidor así como la firma e iniciales o código de quien hizo el trabajo deben adjuntarse en una tarjeta a cada equipo, con copia a la instancia correspondiente en cada lugar y otra copia al área de productividad de la división de recursos humanos.
4. A excepción del equipo fijo (tomas de la tubería de agua), todo extinguidor de incendios debe estar instalado en las paredes u otros lugares apropiados, de donde sea fácil y rápido removerlos y a una altura máxima de 1.25 metros medidos hasta su base.

5. Todos los trabajadores deben estar familiarizados con la localización de los extinguidores en su área de trabajo y en lugares aledaños así como capacitados en su uso y manejo
6. Todos los trabajadores deben conocer las clases de fuego, sus características de combustión y el tipo de agente extinguidor que debe usarse en cada caso:
 - Fuego clase "A": Son los que involucran materiales como el papel y la madera. Entre los agentes extinguidores se encuentra el agua, la soda-ácido y el polvo químico seco.
 - Fuego clase "B": Son los que involucran aceites y líquidos inflamables. Entre los agentes extinguidores 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 extinguidores se encuentran el polvo químico seco, y el halón 1211 y 1301.
 - Fuego clase "D": Incendios en los que intervienen metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
7. Después de usar extinguidores de bióxido de carbono en lugares cerrados o confinados, éstos deben ser perfectamente ventilados, antes no se debe permitir la entrada a ningún trabajador.

C. Inundaciones

1. Determinar el nivel máximo al cual han llegado las aguas en la región para proceder con base en ese nivel.
2. Contar con lugares adecuados destinados para el refugio de los trabajadores. Estos lugares deben ser diseñados y tener todas las características necesarias para la protección contra inundaciones.

3. Si la inundación dificulta las condiciones aptas para poder laborar, se debe comunicar esta situación a las autoridades inmediatas para que tomen la decisión correspondiente.
4. Deben tomarse en cuenta medidas organizativas y de diseño preliminares, o sea, antes de colocar o instalar equipos, debe hacerse tomando en cuenta este nivel.
5. Al recibir aviso de una inundación, todas las puertas, ventanas y ventiladores deben ser cerrados y reforzados, para mantener fuera tanto el agua como los posibles saqueadores.
6. Los recipientes portátiles y cualquier otro material capaz de flotar deben de ser llevados a terreno más alto.
7. Los productos químicos que sean solubles en el agua deben ser igualmente llevados a lugares altos por encima de los niveles máximos.
8. Los servicios eléctricos y de gas deben ser cerrados en sus líneas o conductos principales, antes que el agua llegue a ellos.
9. Debe tomarse el tiempo suficiente antes de la subida de las aguas para que todos los equipos calientes, y la maquinaria que se encuentre en este caso, se enfríe y no resulte perjudicada por el efecto enfriador del agua.
10. Todas las superficies de las máquinas deben ser cubiertas liberalmente con grasa pesada, especialmente alrededor de las aberturas de los cojinetes.
11. Luego de que la inundación pase:
 - 11.1 Es necesario limpiar los residuos de la inundación que hayan quedado en paredes y equipo, en primer lugar mediante manguera, y después con agua jabonosa.
 - 11.2 Los pisos deben ser desinfectados.
 - 11.3 Debe prestarse una atención inmediata a los cojinetes y cajas de engrase.
Deben limpiarse escrupulosamente, tan pronto como resulte posible; secarlos y aceitarlos.

- 11.4 Las líneas de engrase y los sistemas de lubricación deben ser desarmados y soplados con aire comprimido, con el objeto de eliminar los sedimentos, pues de otra manera podrían llevar sedimentos a lo largo del sistema de la máquina, perjudicando a las partes móviles.
- 11.5 Debe darse una atención especial a la limpieza y secado de la maquinaria eléctrica, para reducir la posibilidad de quemaduras. La maquinaria no debe operarse en tanto que no se haya logrado un secado perfecto.

5.2.7 Organización de la seguridad e higiene en el trabajo

A. Comité de seguridad e higiene en el Ingenio Tuluá

1. El Ingenio Tuluá, a través del patrón debe determinar la organización del comité de seguridad e higiene y precisar las características y modalidades para su constitución y funcionamiento; este comité debe ser conformado con un mínimo de cinco integrantes.
2. El comité de seguridad e higiene debe constituirse en el momento que se considere preciso para que sus integrantes desarrollen las siguientes actividades:
 - 2.1 investigar las causas de los accidentes y enfermedades de trabajo, de acuerdo a los elementos que les proporcione el patrón y otros que estimen necesarios;
 - 2.2 vigilar y sancionar el cumplimiento de las disposiciones de este manual, como de las normas aplicables y de las relacionadas con aspectos de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, que se encuentren establecidas en otras disposiciones jurídicas, y hacer constar en las actas de recorrido respectivas, las violaciones que en su caso existan;

- 2.3proponer al patrón medidas preventivas de seguridad e higiene en el trabajo, basadas en la normatividad y en experiencias operativas en la materia;
- 2.4capacitar y adiestrar a los trabajadores en el ramo de seguridad e higiene valiéndose de instructores internos, colaboradores del Ingenio o instructores externos; y
- 2.5las demás que se establezcan.

3. Es responsabilidad del patrón que se elabore, evalúe y, en su caso, actualice periódicamente, por lo menos una vez al año, el programa o la relación de medidas de seguridad e higiene del Ingenio.
4. En la elaboración del programa o de la relación de medidas de seguridad e higiene en el trabajo, se deben de considerar los riesgos potenciales de acuerdo a la naturaleza de las actividades del Ingenio.
5. En caso de que se modifiquen los procesos productivos, procedimientos de trabajo, instalaciones, distribución de planta y con ello los puestos de trabajo, o se empleen nuevos materiales, el programa o la relación de medidas de seguridad e higiene en el centro de trabajo, deben modificarse y adecuarse a las nuevas condiciones y riesgos existentes.
6. Es responsabilidad del patrón difundir y ejecutar el programa o la relación de medidas de seguridad e higiene, debiendo capacitar y adiestrar a los trabajadores en su aplicación; cada área operativa debe contar con un presupuesto destinado para el desarrollo de actividades de seguridad e higiene.

B. Sistema de monitoreo y control en riesgo/daño

1. En el Ingenio Tululá debe existir un procedimiento de monitoreo y control en riesgo/daño para el programa de seguridad e higiene ocupacional. Este

debe ser ejecutado por trabajadores de mandos medios, trabajadores de los servicios de salud que se prestan en la empresa y trabajadores integrantes del comité de seguridad e higiene.

2. Este sistema de monitoreo debe tener por objetivo elaborar y comunicar a los trabajadores, al comité y al patrón, las estadísticas de los riesgos de trabajo acaecidos en tiempo de zafra y no zafra, así como informar de las posibles causas que los motivaron.
3. Las personas que desarrollen estos trabajos de monitoreo deben pertenecer o tener relación directa con el comité de seguridad e higiene ocupacional del Ingenio.

C. Capacitación

1. El patrón debe informar a los trabajadores sobre: los riesgos inherentes a sus labores y las medidas preventivas para evitarlos, sobre el programa de seguridad e higiene del Ingenio, así como de capacitarlos y adiestrarlos en la ejecución del mismo.
2. Se debe prever un presupuesto en cada área operativa para el desarrollo de los programas de capacitación.
3. El patrón debe evaluar los resultados de las acciones de capacitación y adiestramiento en materia de seguridad e higiene y, en su caso, realizar las modificaciones o adecuaciones necesarias al respecto.
4. Dentro del Ingenio Tuluá se deben desarrollar programas de capacitación continuos con el fin de preparar a los trabajadores de las áreas operativas en el uso de los equipos de protección personal, equipo de prevención, y en el significado de señalizaciones, avisos y codificación de colores en las instalaciones. Las actividades concretas de capacitación a desarrollar pueden ser:

- a) Conocimiento general del Manual de Políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional.
 - b) Uso adecuado y seguro de herramientas y maquinaria de trabajo.
 - c) Uso, transporte y manejo correcto de materiales y sustancias peligrosas, así como cuidado, mantenimiento y almacenamiento de éstos.
 - d) Capacitación para el uso, conservación, mantenimiento, almacenamiento y reposición del equipo de protección personal. del equipo de protección.
 - e) Capacitación para el uso de equipo de prevención.
 - f) Capacitación para conocer el significado de señalizaciones, avisos y codificación de colores de seguridad en las instalaciones.
 - g) Capacitación para primeros auxilios.
5. El personal asistente a la capacitación debe ser del tipo operativo, mandos medios y gerenciales.
 6. Las reuniones para la capacitación deben ser divididas para cada área operativa, ajustando los horarios adecuadamente de tal manera que no dañen las operaciones de trabajo, no existan traslapes y no haya mucha distancia entre reuniones para no desfasarse de los contenidos tanto los instructores como los participantes en la capacitación.
 7. Se deben desarrollar, para cada área operativa, las reuniones necesarias con el fin de cubrir los contenidos.
 8. Los organizadores de las capacitaciones deben ser los encargados de la sección de productividad de la división de recursos humanos y el comité de seguridad e higiene de la empresa; los instructores pueden ser personas que desempeñen labores relacionadas con seguridad e higiene dentro del ingenio, o personas expertas en seguridad e instituciones relacionadas.
 9. Se debe contar con los materiales didácticos, equipos de seguridad de prueba, folletos resúmenes, mobiliarios y locales adecuados.

D. Servicios preventivos de seguridad e higiene en el trabajo

1. El patrón debe promover el desarrollo de servicios preventivos de seguridad e higiene en los centros de trabajo, atendiendo a la naturaleza y características de las actividades que se realicen y al número de trabajadores expuestos.
2. Los servicios preventivos de seguridad e higiene en el trabajo a que se refiere el numeral anterior, deben desarrollar las siguientes actividades:
 - 2.1 investigación de las condiciones de seguridad e higiene en el Ingenio;
 - 2.2 investigación de las causas productoras de incidentes, accidentes y enfermedades de trabajo;
 - 2.3 promoción del mejoramiento de las condiciones ambientales en el Ingenio Tululá;
 - 2.4 desarrollo del programa de seguridad e higiene en el trabajo, y
 - 2.5 determinación de los agentes a que están expuestos los trabajadores, mediante el reconocimiento y evaluación del medio ambiente de trabajo, efectuando, en su caso, el control de los mismos.
3. Los servicios preventivos de seguridad e higiene en el trabajo, pueden ser externos o prestados dentro del propio Ingenio. Dichos servicios coadyuvarán a la capacitación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos. El patrón debe capacitar a los responsables de los servicios preventivos de seguridad e higiene en el trabajo, cuando éstos se presten en forma interna.

5.3 Procedimientos generales de seguridad e higiene ocupacional

A. Manejo y almacenamiento de materiales

1. Levantamiento de cargas

- Posición de los pies: uno de los pies debe colocarse junto al objeto que va a ser levantado en tanto que el otro se sitúa en una distancia confortable, y en tal posición que permita que el cuerpo ejerza el máximo de fuerza hacia arriba durante la operación.
- Espalda recta: cuando los pies están en posición, se toma el objeto, colocándose en cuclillas, manteniendo recta la espalda (aunque no necesariamente en posición vertical) pero inclinada un poco de las caderas hacia arriba, de forma que se mantengan las curvaturas naturales de la columna. A continuación se levanta la carga enderezando las piernas.
- Los brazos junto al cuerpo: cuando se levanta o se transporta una carga, los brazos deben estar extendidos, rectos, y tan cercanos al cuerpo como sea posible. Esto ayuda a que el peso descansa sobre los muslos y disminuya la carga de los músculos de los brazos y de la espalda.
- Agarre correcto: un agarre total, con las palmas de las manos oprimidas contra el objeto, reduce la tensión en los músculos del brazo y disminuye la posibilidad que el peso se resbale de las manos.
- Barbilla metida: el meter la barbilla fortalece la espina y ayuda a mantenerla firme.
- Uso del peso del cuerpo: cuando los pies están colocados correctamente y se agarran los objetos en la forma que se ha descrito, pueden ser empujados o atraídos flexionando o extendiendo las piernas. El peso del cuerpo se utiliza entonces para lograr el movimiento deseado.

2. Transporte de materiales

- Si el transporte se realiza en forma manual (1, 2 o más personas), será necesario llevar el equipo adecuado dependiendo del material: si se va a transportar en los hombros, tener las protecciones necesarias de los mismos, como mantas gruesas; si es con las manos y el material tiene aristas cortantes, entonces utilizar guantes gruesos; También en todo caso, utilizar zapato especial que resista los impactos en caso que el material caiga.

Si los materiales van a ser transportados a sobre un primer piso, se deberán de sujetar correctamente a las gruas, o si es por gradas, éstas deberán tener barandillas en todo recorrido para que la persona o personas se sujeten. Cuando los materiales se enganchen a gruas, las personas deberán alejarse como mínimo tres metros de las mismas.

- Si los materiales presentan peligro de explosión, transportarlos cuidadosamente en carretillas y atados con cadenas.
- Si el material o producto como el azúcar se transporta con montacargas, se sujetarán correctamente a el tratando de evitar deslizamientos, no se sobrecargará y se conducirá con cuidado por los lugares señalados evitando muchos cruces, rincones y vueltas ciegas. También, las labores de estiba y desestiba serán realizadas despacio para evitar caídas sobre el operador, personas o equipos.
- Si el material es transportado por tractores, debe engancharse correctamente y la base de transporte debe ser resistente y estar en buen estado. Por ningún motivo deben transportarse personas en los lugares destinados al transporte de materiales.

B. Herramientas

1. Para las herramientas más usuales en el trabajo, se proporcionan los siguientes procedimientos de uso correcto:

- Desarmadores: debe elegirse el tamaño correcto de desarmador, para que se acomode bien a la cabeza del tornillo y cubra totalmente al ancho de la misma. Debe comprobarse que la hoja del desarmador esté a escuadra y no haya sufrido daños. Antes de quitar el tornillo debe limpiarse bien la ranura de su cabeza, con el fin de que haya el máximo de contacto con el desarmador. Cuando se trate de tornillos con entrante en cruz, es fundamental utilizar el tipo correcto y el tamaño adecuado de desarmador; resulta fácil dañar la entrada, dando lugar a que el tornillo no pueda girar. El tratar de sacar tornillos cuya cabeza ha sido dañada constituye una tarea frustrante y difícil, tarea que por otra parte brinda las condiciones ideales para que ocurra un accidente.

Los desarmadores no han sido proyectados para ser utilizados como cinceles, y nunca deben utilizarse con tal propósito. Si el mango de un desarmador se rompe durante su uso, puede dejar al descubierto partes muy afiladas u oxidadas, las que fácilmente pueden causar heridas en la palma de la mano.

- Cinceles: el riesgo más importante en el empleo de los cinceles metálicos consiste en la formación en éstos, de una cabeza de hongo, de la que pueden saltar pequeños fragmentos, los que convertidos en peligrosos proyectiles pueden ocasionar daños graves en los ojos. Debe evitarse que los cinceles lleguen a encontrarse en tal estado, pero lamentablemente

ocurre así algunas veces y cuando tal cosa sucede deben ser entregados a la persona adecuada para su mantenimiento.

- **Martillos:** el riesgo principal en el uso de un martillo se produce cuando la cabeza sale del mango y se convierte en un proyectil. El martillo no debe usarse si: a) la cabeza está suelta; b) el mango, bajo la cabeza, está dañado o gastado; c) la cara del martillo no está plana y a escuadra. El golpear el clavo "que no es" es una consecuencia inevitable de no prestar atención al último de los puntos citados.
- **Limas:** al utilizar una lima debe hacerse siempre con un mango sujeto a su punta, ya que ésta puede causar lesiones. El filo de corte de la lima puede dar lugar a rasguños en la piel. El riesgo de tal accidente se reduce considerablemente cuando se utilizan las dos manos (una en cada extremo) para trabajar con la lima, como estipula la buena práctica de ingeniería. Las limas deben estar limpias de grasa y suciedad antes de su uso, debiendo contarse con un limpialimas para tal propósito.

Los procedimientos de seguridad dados antes se aplican también a las herramientas conformadoras que tienen hojas con múltiples filos.

- **Cuchillos y machetes:** los cuchillos son herramientas de mano muy peligrosas, pues pueden ocasionar enfermedades graves por corte o punción. La hoja debe estar siempre afilada, y ser dirigida hacia el corte y no hacia el propio cuerpo. Si la herramienta tiene que avanzar hacia el cuerpo, debe colocarse la pieza en que se trabaja de tal manera que si la hoja de la herramienta se desliza, pase por un lado del propio cuerpo.

Siempre que sea posible, las hojas de las cuchillas deben estar cubiertas

cuando no se les utiliza.

- Llaves: cuando se utilizan llaves, es fundamental elegir las del tamaño correcto. Las llaves que se ajustan mal no solamente ocasionan daños a la tuerca o a la cabeza del perno, sino que pueden zafarse ocasionando lesiones considerables en manos o brazos. Antes de su uso debe eliminarse todo exceso de aceite o grasa de la tuerca y la cabeza del tornillo.

Las llaves de estrías o de caja (casquillo), se consideran en general como las herramientas más adecuadas para su utilización con tuercas y tornillos, pero cuando se necesita usar llaves de boca abierta como ocurre en ciertas tareas, debe utilizárseles en forma eficiente y segura. No deben utilizarse llaves con bocas de estrías más que cuando resulte imposible aplicar la llave correcta de tuercas. Las llaves para tubo deben utilizarse solamente para ello.

El sacar tuercas o tornillos viejos, con frecuencia puede ocasionar problemas que dan como resultado sudores y frustración; esta situación puede aminorarse con un poco de previsión antes de comenzar la tarea, por ejemplo, aplicando con anterioridad fluido penetrante, o colocando un poco de grasa en la rosca del tornillo antes de apretar la tuerca.

Debe tenerse cuidado para no apretar en exceso las tuercas, ya que esto puede ocasionar una fractura súbita del perno, con la consiguiente lesión en las manos o brazos. Cuando haya que colocar tuercas y pernos con valores determinados de torque, la tarea debe ser llevada a cabo por un técnico calificado en este tipo de trabajo.

C. Procesos de soldadura y corte

1. Soldadura oxiacetilénica

1.1 Cómo conectar el aparato soldador:

- Quitar las tapas de los cilindros de oxígeno y acetileno.
- Abrir la válvula del cilindro ligeramente para expulsar el polvo o suciedad del asiento de la válvula. Cerrar la válvula de nuevo.
- Conectar los reguladores a sus respectivos cilindros.
- Apretar los reguladores con la llave apropiada. No sujetar rígidamente el regulador mientras aprieta la tuerca conectora. Permitir que el regulador de vuelta mientras se aprieta. Esto reduce la posibilidad de aflojar la conexión de entrada al cuerpo del regulador.
- Mover la manija del regulador hacia la izquierda (en sentido contrario a las manecillas del reloj) hasta que se afloje por completo.
- Conectar los extremos de las mangueras a los reguladores. Las conexiones de la manguera de oxígeno tienen roscas derechas. Las de la manguera de acetileno tienen roscas izquierdas. Aprieta bien las conexiones.
- Abrir las válvulas del cilindro levemente. Una vez que la aguja en el manómetro de alta presión señale la presión completa del cilindro, abrir la válvula del oxígeno completamente. Abrir la válvula del acetileno una y media vueltas.
- Deben disponerse los tornillos de ajuste del regulador para que el manómetro del oxígeno señale una presión de trabajo de unas tres libras por pulgada cuadrada, y el manómetro del acetileno marque una presión de trabajo de unas tres libras por pulgada cuadrada. Dejar que los gases fluyan momentáneamente para extraer el aire, polvo o partículas extrañas de las mangueras, y como acto seguido cerrar el paso aflojando los tornillos de ajuste.

- Conectar los otros extremos de las mangueras al soplete. Estas conexiones tienen también roscas derecha e izquierda, para el oxígeno y acetileno, respectivamente. Apretar bien las conexiones.
- Insertar la boquilla soldadora del tamaño recomendado para el espesor del metal que se va a soldar.
- Con la válvula de acetileno cerrada, abrir la válvula de aguja del oxígeno en el soplete, dándole una vuelta. Regular la presión con el tornillo de ajuste del regulador (en la dirección de las manecillas del reloj) a la presión de trabajo deseada, y cerrar a continuación la válvula de aguja del oxígeno. Abrir la válvula de aguja del acetileno en el soplete, dándole una vuelta, regule la presión con el tornillo de ajuste del regulador (en dirección de las manecillas del reloj) al flujo deseado, y cerrar luego la válvula de aguja. Consultar la tabla suministrada por el fabricante del soplete para averiguar la presión de trabajo requerida. El aparato, llegado este momento, está ajustado y listo para operar.
- Apunte la boquilla del soplete lejos del propio cuerpo. No dirigir hacia otras personas o materiales inflamables. Abrir la válvula de aguja del acetileno 1/2 vuelta y enciender el acetileno que fluye con un encendedor de chispa (colocar la mano en forma que no sufra quemaduras).
- Continuar abriendo la válvula de aguja del acetileno hasta que la llama comience a separarse de la punta de la boquilla.
- Abrir lentamente la válvula del oxígeno en el soplete. La llama cambiará de color rojizo a azulado. Continuar abriendo la válvula hasta que se forme un cono interior, de color azul. El cono interior, una vez ajustado a neutral, tiene una forma definida con un radio ligero en la punta del cono. Este ajuste se emplea en la mayoría de las soldaduras autógenas y en algunas soldaduras de aleación.

- Precaución: nunca se debe cerrar la válvula de oxígeno primero. Ésto hace que la llama del acetileno produzca hollin mientras se apaga. La llama también puede producir una pequeña explosión repentina. Dicha explosión hace que la llama queme una cierta porción en el interior de la boquilla, depositando hollin en dicha parte. La acumulación de hollin en este punto llega con el tiempo a entorpecer el paso de los gases, dando como resultado una llama defectuosa y haciendo que la boquilla tenga la tendencia a "toser".

Si en cualquier momento el soplete "tose" al usarse, se debe cerrar inmediatamente la válvula de aguja del oxígeno por un momento. Acto seguido, volverla a abrir y regular nuevamente la llama. Si el soplete continúa "tosiendo" después de haberse regulado nuevamente, la causa puede deberse a que el soplete está excesivamente caliente o a que la boquilla está tapada. Dejar que el soplete y el pico se enfrien e inspeccionar este último para ver si el orificio tiene obstrucciones. Una boquilla suelta o un asiento dañado o rayado entre la boquilla y el soplete son causa también de explosiones o "toses". Es necesario conservar el equipo limpio en todo momento para lograr un funcionamiento correcto.

1.2 Para apagar el soplete:

- Cerrar la válvula de aguja del acetileno.
- Cerrar la válvula de aguja del oxígeno. Si el aparato no se va a seguir usando, cerrar las válvulas del cilindro y dejar escapar el gas que hay en las mangueras. Acto seguido, aflojar los tornillos de ajuste de los reguladores.

- Quitar la boquilla y luego enrollar las mangueras alrededor de los cilindros. Guardar todo el equipo de trabajo y el equipo de protección personal en los lugares respectivos.

2. Procedimiento para cortar

Seguir las mismas instrucciones para conectar el soplete soldador. Consultar la tabla de picos para saber el tamaño apropiado de éstos y las presiones que se recomiendan para el metal que se ha de cortar.

2.1 Cómo conectar el aditamento cortador:

- Al usar un aditamento cortador con soplete para soldar, hay que ajustar nuevamente las presiones del regulador de acetileno y de oxígeno. (consultar la tabla de cortes, para saber la presión requerida).
- Quitar el conjunto de la boquilla soldadora. Insertar el conector del aditamento cortador en el cabezal del soplete. Colocar el aditamento de manera que apunte hacia abajo en relación con la válvula de aguja del oxígeno en el soplete. Apretar la tuerca de conexión como es debido.
- Insertar el tamaño deseado de pico cortador y apretarlo correctamente.
- Abrir bien la válvula de aguja del oxígeno en el mango del soplete, permitiendo el flujo más amplio del oxígeno. El aditamento, llegado ese momento, está listo para operar.

2.2 Cómo encender y ajustar la llama y cómo empezar y terminar el corte:

- Se debe apuntar con el pico en dirección contraria a su persona. Abrir la válvula de aguja del acetileno 1/2 vuelta y enciender el acetileno con un encendedor de chispa. Continuar abriendo la válvula del acetileno hasta que la llama comience a separarse del extremo del pico.
- Abrir la válvula de aguja del oxígeno en el aditamento cortador hasta que se establezca un cono interior bien definido.

- Colocar el pico cortador en el borde del acero que se ha de cortar, con las puntas de las llamas precalentadoras casi tocando el metal. Calentar el acero hasta que adquiera un color rojo claro. (la superficie del metal comenzará a sudar). Abrir el paso del oxígeno de alta presión lentamente, moviendo la palanca del mango. Una vez que el corte haya recorrido parcialmente el espesor del metal, aumentar el chorro de oxígeno de alta presión para cortar el espesor remanente.

Si se ha alcanzado la temperatura requerida, el metal se oxida rápidamente y deja una ranura angosta. Se debe mover el soplete lenta y uniformemente en la dirección deseada, manteniendo la distancia apropiada entre el pico y el trabajo, con la punta del soplete colocada en ángulo recto al trabajo. A continuación, aumentar la velocidad de la pasada hasta el avance máximo que permita hacer un corte limpio.

- Una vez terminado el corte, cerrar el oxígeno de alta presión soltando la palanca de alta presión. Acto seguido, cerrar la válvula de aguja del acetileno en el mango del soplete. Por último, cerrar la válvula de aguja del oxígeno en el aditamento cortador.
- Precaución: los asientos del cabezal del soplete y de los picos cortadores deben mantenerse limpios y libres de melladuras y arañazos para que produzcan cierres herméticos y operen satisfactoriamente. El orificio del pico debe conservarse limpio y redondo para que produzca la llama de la forma y tamaño correctos, con objeto de obtener una ranura limpia y uniforme al cortar.

3. Soldadura eléctrica

- Verificar los fusibles de los tableros eléctricos antes de iniciar el proceso de soldadura eléctrica.
- Encender el interruptor del tablero.
- Colocarse la careta (descubriendo la cara), guantes y gabacha de protección.
- Verificar el buen estado de los cables portaelectrodo y de tierra.
- Ajustar correctamente los cables de tierra y portaelectrodo a la máquina generadora, y colocarlos en sus lugares respectivos.
- Graduar correctamente el voltaje y amperaje requerido para la operación de soldadura a realizar.
- Antes de iniciar, asegurarse que el tipo de electrodo a utilizar es el correcto.
- Colocar las piezas de trabajo a soldar en una posición tal que permita realizar un buen trabajo y a la vez aisle los destellos y la radiación.
- Proceder a colocar el electrodo en su cable respectivo, teniendo puestos los guantes de protección respectivos.
- Sujetar correctamente el cable portaelectrodo.
- Cubrirse la cara perfectamente con la careta al iniciar la soldadura, y no quitársela mientras se realiza el proceso propio de soldar.
- Luego, colocar el cable portaelectrodo y su electrodo (si aun sobra) en su lugar respectivo para proceder a evacuar la escoria de la soldadura.
- La escoria debe evacuarse utilizando la herramienta adecuada, como un martillo de uña de metal velando porque pedazos de esta escoria no vayan hacia el cuerpo ya que se encuentran calientes y pueden ocasionar daños.
- Con un cepillo de cerdas de metal proceder a limpiar el área de soldadura.
- Siendo un proceso cíclico, aplicar de nuevo los pasos a partir del que indica utilizar el tipo correcto de electrodo.

- Para finalizar el trabajo, colocar los cables en sus respectivos lugares y apagar la máquina generadora.
- Apagar el interruptor del tablero.

D. Electricidad

Condición física insegura	Procedimiento
1. Aislantes inservibles, extensiones añadidas o mal aisladas, enchufes de metal.	Si las condiciones ameritan (humedad), usar materiales para la intemperie; desechar los cables añadidos, colocar interruptores y enchufes aislados o de materiales no conductores.
2. Conductores expuestos y tableros Conmutados.	Los conductores y las partes vivas deben estar aisladas y ocultas; los tableros deben estar a una altura de 1.50 m. a 1.80 m. y colocar frente a ellos tarimas y tapetes aislantes.
3. Interruptores, alambrados o instalaciones.	Los interruptores en las máquinas preferentemente deben ser de seguridad, estar aislados y colocados en forma que no creen riesgos, los alambrados deben atender a los códigos de la Empresa Eléctrica, se deben evitar las instalaciones provisionales, toda instalación debe estar bien espaciada, no debe pasarse por lugares donde la instalación pueda estar dañada, se debe evitar su contacto con tuberías de agua.
4. Electrificación accidental de partes de máquinas o herramientas por cortos circuitos o rotura aislante.	Colocar conexiones a tierra de las partes metálicas (conductores serán de color blanco y los circuitos de bajo voltaje), mientras un conductor de baja resistencia se usará para conectar en el suelo (tierra) la máquina misma. (en el caso de que la máquina o equipo no posea su propio tomacorriente con conexión a tierra).
5. Uso de máquinas de soldadura	Es necesario usar equipos adecuados para dar las corrientes indispensables para cada trabajo en particular, además de mantener contactos de tierra perfectamente instalados. Desechar cables o grapas dañadas, mantener el orden en el lugar de trabajo.

E. Incendios

1. ¿Qué hacer durante la emergencia de un incendio ?

a. Cualquier persona que descubre el incendio:

- tomar el extinguidor más cercano para controlar el fuego; y
- dar la voz de alarma pidiendo auxilio.

b. Personal en general y visitas:

- Todo trabajador del Ingenio Tululá al escuchar la voz de alarma y/o sonido de alarma debe permanecer en su lugar de trabajo esperando instrucciones de su jefe inmediato.
- Ningún trabajador debe dejar visitas solas al momento de una emergencia. Si algún trabajador ve visitas solas ambulando por el área, debe obligarla a unirse a los grupos de evacuación.

c. Supervisor del área de emergencia:

- Si el supervisor del área se da cuenta que el fuego toma características incontrolables debe nombrar tres personas para que cumplan los lineamientos siguientes:
 - La primera debe llamar inmediatamente desde cualquier lugar a los bomberos municipales.
 - La segunda debe llamar inmediatamente desde cualquier lugar a los bomberos voluntarios.
 - La tercera debe dirigirse inmediatamente a la garita No. 1 y esperar allí a los bomberos. Esta persona se debe quedar en la garita hasta la llegada de los bomberos para acompañarlos hasta el lugar del incendio. Después de ello debe dejarlos en el lugar y regresar a la garita en espera de más bomberos.

d. Médico de la empresa y enfermería:

- Al enterarse del incendio y si la emergencia lo permite, el médico y enfermera deben trasladarse y permanecer en el área para atender a

personas heridas. Tiene que tener preparado su equipo de primeros auxilios.

- Si la emergencia es durante un día hábil, se trasladará a los heridos al centro de salud del ingenio o si el caso lo amerita, a los centros de atención fuera de la empresa.
- e. Sección de productividad de recursos humanos:
 - El encargado debe presentarse lo más pronto posible al lugar del problema no importa la hora en que éste sea. Debe llevar su equipo de protección contra incendios, así como cinta de señalización y masquin tape para seguir acordonando áreas de acción y/o peligro.
 - Una vez llegado al lugar debe preguntarle al supervisor del área qué medidas ha tomado y asegurarse que las medidas tomadas se hayan cumplido.
 - El encargado debe apoyar al supervisor del área pero no quitarle la dirección del operativo, únicamente en caso necesario.

F. Temblores

1. ¿ Qué hacer ?

- Al momento de sentir un temblor, todo el personal debe conservar la calma, tener sus cascos puestos u otra protección y dirigirse cuidadosamente hacia afuera de las instalaciones hacia una explanada si la hay o a áreas no ocupadas por edificios, máquinas, cables de tendido eléctrico, etc. y esperar que el temblor pase.
- Cualquier persona debe dar aviso al médico, asistentes o instituciones asistenciales para que se presenten y presten los primeros auxilios a personas lesionadas, atrapadas y trasladarlos a los centros respectivos si es necesario.

- Luego de pasado el temblor:
 - Los supervisores de cada área o la instancia correspondiente debe determinar si es accesible el paso hacia los lugares de trabajo reconociendo la seguridad de las instalaciones, edificios y equipos de tal manera que no presenten falsedad en su estructura y puedan soportar un nuevo movimiento. Si algún elemento se encuentra inseguro, tomar las acciones necesarias para que posteriormente en esa área insegura, los trabajadores puedan ingresar a sus labores. Si la infraestructura ha sufrido daños severos, se debe determinar si es posible trabajar o suspender las labores para hacer las reparaciones correspondientes.
 - Los supervisores deben encargarse de mantener accesibles las salidas de evacuación para facilitar el paso de los trabajadores en caso de un nuevo movimiento. En lo posible, durante todo el tiempo se deben revisar el buen estado de estas salidas.

G. Inundaciones

1. ¿ Qué hacer ?

- Al inicio, estar siempre atento de las intensidades de las lluvias y de los niveles de las aguas, para que con tiempo de antelación se tomen en cuenta las medidas necesarias de protección de los equipos (contenidas en las normas correspondientes).
- Cuando el peligro sea inminente, los trabajadores deben dejar todos los equipos e instalaciones en condiciones de protección y luego deben trasladarse (con las debidas precauciones) hacia los lugares previstos.
- Si este desastre es de magnitudes elevadas, o sea, de varios días de duración y/o de intensidades consideradas como muy fuertes, el

procedimiento a seguir debe ser determinado por las autoridades del ingenio.

5.4 Sanciones

Las infracciones o violaciones que se cometan contra estas normas, políticas y procedimientos especiales de seguridad e higiene ocupacional en el Ingenio Tzulá, constituyen faltas de trabajo y previsión social.

Para la aplicación de sanciones por faltas cometidas, se deben aplicar las reglas relativas contenidas en el Código de Trabajo:

- Toda violación a una disposición prohibitiva da lugar a una imposición de una multa entre mil quinientos (1,500.00) y cinco mil (5,000.00) quetzales.
- Toda violación a una disposición preceptiva, que haga algún patrono, da lugar a la imposición de una multa entre doscientos cincuenta (250.00) y mil doscientos cincuenta (1,250.00) quetzales.
- Toda violación a una disposición preceptiva, que haga algún trabajador, da lugar a la imposición de una multa de veinte (20.00) a cien (100.00) quetzales.

Estas multas se deben imponer atendiendo a la gravedad de la infracción y a la capacidad económica del infractor, sin perjuicio de la disposición violada. En la resolución en que se imponga la multa, se debe señalar un plazo prudencial para que se de cumplimiento a las disposiciones violadas.

Las faltas cometidas deben ser sancionadas a través del comité de seguridad e higiene ocupacional conformado en la empresa, o en su defecto,

por la sección de productividad de la división de recursos humanos del Ingenio Tululá, S.A.

Cuando la gravedad e inminencia del peligro lo ameriten, el Ingenio puede suspender todos o algunos de los locales de determinado lugar de trabajo o prohibir el uso de determinadas máquinas, artefactos, aparatos o equipos que en aquél se empleen y que ofrezcan peligros graves para la vida, la salud o la integridad corporal de los trabajadores, hasta que se tomen las medidas de seguridad necesarias para evitar el peligro.

5.5 Disposiciones finales

5.5.1 Conocimiento de las normas

Tanto las normas como las políticas y los procedimientos de seguridad e higiene ocupacional en el Ingenio Tululá, deben darse a conocer a los trabajadores a raíz de su admisión al trabajo. Un ejemplar del manual de estas políticas, normas y procedimientos debe mantenerse en sitios visibles con el objeto de que el personal pueda consultarlos fácilmente.

5.5.2 Casos no previstos

Los casos no previstos en estas disposiciones deben remitirse al reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Estas disposiciones entran en vigencia a partir de su fecha de aprobación.

I	D	O	Task Name	Duration	Start	Finish	97		1998		1999	
							2nd Half	1st Half	1st Half	2nd Half	1st Half	2nd Half
1			6. PLANEACION ESTRATEGICA DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUP.	516 days	4/12/97	15/11/99						
2			6.1 Actividades estratégicas.	516 days	4/12/97	15/11/99						
3			6.1.1 Señales y emparillados en tableros eléctricos de fábrica.	254 days	4/12/97	15/11/98						
4			6.1.2 Dispensadores de agua fría en fábrica y T.M.T.	49 days	15/12/97	15/02/98						
5			6.1.3 Equipo de protección personal a trab. de áreas operativas.	57 days	15/12/97	25/02/98						
6			6.1.4 Extinguidores en áreas operativas y no operativas	57 days	15/12/97	25/02/98						
7			6.1.5 Botiquines de primeros auxilios en fábrica y T.M.T.	57 days	15/12/97	25/02/98						
8			6.1.6 Depósitos de basura en el ingenio tuluá	57 days	15/12/97	25/02/98						
9			6.1.7 Asignación de camillas a áreas operativas.	57 days	15/12/97	25/02/98						
10			6.1.8 Colocación de lámparas en el taller mecánico	93 days	15/12/97	15/04/98						
11			6.1.9 Señales y avisos de seguridad e higiene en áreas op.	88 days	20/12/97	15/04/98						
12			6.1.10 Diseño de sanitarios y regaderas en fábrica y T.M.T.	224 days	1/03/98	2/01/99						
13			6.1.11 Tapaderas para canales de desechos en fábrica y T.M.T.	112 days	1/03/98	1/08/98						
14			6.1.12 Lockers para los trabajadores de fábrica y T.M.T.	155 days	15/04/98	15/11/98						
15			6.1.13 Cajas de almacenamiento de herram. en fábrica y T.M.T.	155 days	15/04/98	15/11/98						
16			6.1.14 Aislamiento de tuberías peligrosas de fábrica	155 days	15/04/98	15/11/98						
17			6.1.15 Colocación de resguardos para maquinaria	155 days	15/04/98	15/11/98						
18			6.1.16 Mejoramiento de andamios, escaleras y barandas de fáb.	155 days	15/04/98	15/11/98						
19			6.1.17 Codificación de colores de tubería e instal. de fábrica	155 days	15/04/98	15/11/98						
20			6.1.18 Colocación de luces de emergencia en fábrica y T.M.T.	155 days	15/04/98	15/11/98						
21			6.1.19 Señalizaciones viales en el casco del Ingenio Tuluá	155 days	15/04/98	15/11/98						
22			6.1.20 Formación de la brigada de bomberos del Ingenio Tuluá	417 days	15/04/98	15/11/99						
23			6.1.21 Comité de seguridad e higiene ocupacional del ingenio	44 days	15/04/98	15/06/98						
24			6.1.22 Sistema de monitoreo del programa de seguridad e higiene	155 days	15/04/98	15/11/98						
25			6.1.23 Programa de capacitación en seguridad e higiene	223 days	15/01/98	16/11/98						

6.2 FODA del programa de seguridad e higiene ocupacional

6.2.1 Fortalezas

- ✓ Se cuenta con todo el apoyo para la ejecución del programa por parte de las autoridades del ingenio.
- ✓ Supervisores de áreas operativas fomentan, con los medios a su alcance, la seguridad en el trabajo.

6.2.2 Oportunidades

- ✓ Se puede mejorar el nivel actual de seguridad e higiene existente dentro de la empresa.
- ✓ Se puede desarrollar una organización y sistema de monitoreo eficiente para el programa.
- ✓ Legislar las actividades mediante el desarrollo de un manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional en las áreas operativas.
- ✓ Visitas técnicas a otros ingenios y a empresas de otra índole para conocer su sistema de seguridad.
- ✓ Asistencia a seminarios multisectoriales en el ramo de seguridad e higiene.
- ✓ Implantar un programa de capacitación para el buen uso de equipo de protección, prevención, conocimiento de señalizaciones, etc.
- ✓ Aprovechar al máximo los presupuestos destinados al programa.

6.2.3 Debilidades

- ✓ Se carece de un departamento o ente encargado de la seguridad e higiene dentro del Ingenio.
- ✓ Se carece de un control correcto de los accidentes y sus causas.

- ✓ El personal operativo presta poca importancia a sus condiciones de seguridad e higiene en su trabajo.
- ✓ Se carece de auditajes o visitas por parte de instituciones de seguridad e higiene (IGSS).
- ✓ Las herramientas, maquinaria e instalaciones no se prestan para conservar la seguridad en el trabajo.
- ✓ La seguridad e higiene dentro del Ingenio presenta una etapa emergente en su desarrollo.

6.2.4 amenazas

- ✓ La ejecución inicial del programa presenta inconveniente por encontrarse la empresa en tiempo de producción o zafra.
- ✓ Si el programa no se ejecuta, habrá un aumento de accidentes en áreas operativas.
- ✓ Crear una mala imagen de la empresa en materia de seguridad e higiene para sus trabajadores.
- ✓ Disminución de productividad y aumento de costos por accidentes que implican horas-hombre perdidas.
- ✓ Responsabilizar al Ingenio por los accidentes ocurridos debido a la falta de seguridad e higiene.

6.3 Planeación

6.3.1 Concepción del sistema de seguridad e higiene ocupacional

Factores que influyen en la capacidad

- Estatuto de función
- En las áreas operativas, o sea, fábrica, T.M.T. y área agrícola, en el Ingenio Tululá, S.A., el sistema de seguridad es mínimo. Los trabajadores poseen poco equipo de protección personal; usan cascos de protección en los trabajos generales de fábrica, también se usan guantes, caretas, gabachas en los trabajos de soldadura y esmerilado en la fábrica y TMT. En el campo es común el uso de sombreros de ala ancha y poco equipo de protección en mezclas de productos químicos.

Equipo de prevención de incendios como extinguidores se observan pocos en la fábrica, y en T.M.T. ninguno. Dispensadores de agua para los trabajadores no existen, sólo tanques de agua pero que no tienen un análisis de potabilidad.

Resguardos en partes móviles de máquinas han sido colocados pero fabricados en el propio trabajo, valiéndose de piezas de metal y trabajos de soldadura; ésto se hace luego de que un accidente ya ha ocurrido.

Las señalizaciones, avisos de salud y seguridad, son mínimos.

Los servicios para el personal, así como las condiciones de orden y limpieza no llenan las expectativas.

- Existió un comité de seguridad e higiene dentro del Ingenio, pero ha dejado de funcionar. Además, no existe dentro de la organización un ente encargado de la seguridad e higiene. Ahora, la sección de productividad de la división de Recursos Humanos comienza a responsabilizarse del programa.

- Tipos de empleados

- Gerentes y supervisores: ingenieros mecánicos, químicos, agrónomos, personal con título a nivel diversificado.
- Personal operativo: con educación primaria, básica y diversificado a nivel técnico. Este personal se desempeña en los trabajos propios que se realizan en un ingenio azucarero en sus áreas operativas.

- Exposición de empleados a experiencias de planeación

- Dentro del comité de seguridad que anteriormente se formó, había personal de mandos medios que lo integraba y estaba dispuesto a desarrollar, controlar, evaluar y modificar las actividades de seguridad e higiene dentro del Ingenio.

El personal de las áreas operativas trata de colaborar aportando ideas para el mejoramiento de las condiciones de seguridad en su centro de trabajo. De esta manera, todos los trabajadores van a conocer las características del programa de seguridad a implantar.

- Estado del sistema

- La empresa en materia de seguridad, se encuentra en una etapa emergente en la cual se conocen las características de los riesgos en las

áreas operativas, pero la formalidad en el desarrollo de actividades tendientes a evitarlos no es la adecuada.

Factores que influyen en la motivación

- Existencia de problemas
- Es común dentro de las áreas operativas encontrar trabajadores que, estando conscientes de los peligros a que se exponen, hacen caso omiso en el uso de su equipo de protección, ya sea porque les dificulta en el buen desarrollo de sus actividades o porque sencillamente no quieren utilizarlo. De todo esto surge la necesidad de crear consciencia y capacitar.

Así también, se planifica la seguridad e higiene motivados por las características actuales del sistema.

- Apoyo de la dirección
- De parte de las autoridades del Ingenio, se tiene todo el apoyo en el desarrollo del programa de seguridad e higiene ocupacional. Este apoyo crea un soporte para una buena planificación.

- Otras decisiones

* Finalidad y función del sistema de seguridad:

Crear condiciones y medio ambiente de trabajo seguros e higiénicos para conservar la salud, bienestar e integridad física de los trabajadores del

Ingenio Tululá, mediante la planeación, ejecución, evaluación y control de actividades de seguridad e higiene ocupacional en áreas operativas.

* Grado de integración con el personal:

Mantener una comunicación constante con el personal de las áreas operativas para el buen desarrollo del programa.

* Áreas de ejecución:

Operativas:

- a) Fábrica.
- b) Taller, maquinaria y transporte (TMT).
- c) Agrícola.

* Necesidad de recursos humanos:

- Gerentes, supervisores y personal operativo de las áreas técnicas.
- Jefe de sección de productividad de la división de recursos humanos.
- Asesoría profesional dentro y fuera del Ingenio Tululá, en materia de seguridad e higiene.
- Estudiante de EPS: ingeniería mecánica industrial.

* Necesidad de recursos financieros:

- Los recursos necesarios para el desarrollo del programa de seguridad e higiene.

* Necesidad de recursos informativos:

- Obtención de estadísticas de accidentes.
- Visitas a áreas operativas para observar las condiciones de seguridad e higiene.
- Sistema de monitoreo del sistema de seguridad.

6.3.2 Implantación del sistema de seguridad e higiene ocupacional

- Tácticas de arranque

- Arrancar poco pero importante: iniciar con la planificación y ejecución de actividades inmediatas de seguridad e higiene dentro de las áreas operativas del Ingenio. Estas actividades son de carácter básico necesario y constituyen el inicio del programa de seguridad e higiene.
- Mente abierta: tomar fundamentalmente las ideas que el personal de las áreas operativas expongan, para ejecutar un programa basado en las necesidades expresadas y no en la imposición.
También, tener una organización multiáreas operativas para el buen camino en el desarrollo del programa.
- El personal a cargo del programa debe mantener informadas a las autoridades acerca del inicio y desarrollo de las actividades de seguridad.

- Organización del trabajo

- Este programa primeramente se planea estratégicamente desarrollando actividades de seguridad e higiene para 1997 y 1998.

- Luego, operativamente se describen las fechas de realización, presupuestos y recursos necesarios para las actividades estratégicas.
 - Las actividades tienen personal responsable para su desarrollo.
 - Luego, se ejecutan las actividades inmediatas y se auditan.
- Dotación del servicio de planeación
- Planeación desarrollada por EPS de ingeniería mecánica industrial y por el jefe de productividad en la división de Recursos Humanos del Ingenio Tululá.
- Gerencia del servicio
- La dirección y control del programa de seguridad e higiene ocupacional para velar porque haya ceñimiento en las ejecuciones presupuestarias, control de recursos y cronologías, son realizados por el comité formado para este programa.

6.3.3 Evaluación de los resultados

- Eficacia externa
- Se determina de acuerdo con el logro de aquellos objetivos que tienen que ver con el cumplimiento de las actividades contenidas dentro del plan estratégico y que de verdad cubran la necesidad requerida. Se determina pidiendo criterio a usuarios, midiendo la utilidad del sistema (reflejado en menos accidentes).

- Eficacia interna
 - Se determina de acuerdo con el logro de aquellas expectativas que se tienen como planificadores: si se atiende al programa de seguridad, si se planean las actividades de la mejor manera.

- Eficiencia
 - Ver si se ha llegado a los resultados esperados utilizando el presupuesto y recursos estipulados o menor a ello.

- Rendimiento global
 - Mediante el análisis de los factores de ineficiencia o ineficacia en:
 - a) La concepción del sistema de seguridad.
 - b) Su implantación (tácticas).
 - c) Su gerencia.

7. PLANEACIÓN OPERATIVA DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL

7.1 Colocación de señales en tableros eléctricos de fábrica y recomendación para la colocación de emparrillados plásticos en los mismos

Justificación

Es necesario hacer conciencia de los peligros que se tienen al operar los tableros eléctricos de fábrica, previniendo a los trabajadores para que tomen las medidas de seguridad necesarias.

Los lugares húmedos donde se colocan los tableros presentan peligros por ser la humedad conductora de la electricidad; por ello, la colocación de emparrillados plásticos sería un medio aislante entre el suelo y los operadores.

Procedimiento

- ✓ Determinar la condición actual de los tableros eléctricos: existencia de señalizaciones, nivel de humedad en el suelo.
- ✓ Determinar la cantidad de tableros eléctricos existentes en fábrica y medir la longitud de cada uno de ellos.
- ✓ Cotizar la señalización "alta tensión" y los emparrillados plásticos de acuerdo a sus medidas, en casas comerciales.
- ✓ Proceder a la compra de señalizaciones.
- ✓ Proceder a la compra de los emparrillados plásticos.
- ✓ Asignar y colocar las señalizaciones en los tableros.

- ✓ Asignar y colocar los emparrillados en los tableros.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Area beneficiada (colaborador)

Recursos, presupuesto y distribución

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
22	Señalizaciones de "alta tensión"	Q 61.82	Q 1,421.82

Emparrillados plásticos:

No.	Medida (m)	Distribución	Costo Unitario
1	5.30	Entre calderas 2 y 3 por taller industrial	Q 200.00
2	1.40	1 metro tras controles de calderas	60.00
3	4.00	5 metros tras controles de calderas	160.00
4	4.00	Frente a caldera 2	160.00
5	6.50	Parte noroeste de molinos	220.00
6	1.50	Parte noroeste de molinos	60.00
7	2.30	Parte noreste de molinos	100.00
8	3.70	Parte suroeste de molinos	145.00
9	1.90	Parte sureste de molinos	90.00
10	1.90	Parte sureste de molinos	90.00
11	2.60	Parte norte centrifugas automáticas	110.00
12	3.50	Parte norte centrifugas automáticas	130.00
13	1.85	Parte noreste de centrifugas continuas	90.00
14	1.00	Entre centrifugas continuas	40.00
15	1.70	A la par de bomba de filtro de cachaza 1	80.00
16	1.00	A la par de bomba de filtro de cachaza 1	40.00
17	2.80	Tras sala de instrumentación	40.00
18	3.00	2o. nivel al subir escaleras parte sureste	120.00
19	3.00	2o. nivel al subir escaleras parte sureste	120.00
20	1.40	A la par de tanques de alcalizado	60.00
21	1.70	A la par del clarificador de meladura	80.00
22	1.30	A la par de clarificadores de jugo	50.00
23	3.50	Frente a cristalizadores A y B	130.00
24	3.20	Patio de caña	125.00

Ancho estándar: 0.60 metros

Grosor estándar: 0.05 metros

Cronología de ejecución

- Señalizaciones: 4/12/97 - 25/2/98
- Emparrillados plásticos: 15/4/98 - 15/11/98

Observación

Hay un total de 22 tableros eléctricos en fábrica, pero los emparrillados son 24 ya que dos tableros necesitan de 2 emparrillados cada uno; uno porque tiene controles en los dos lados , y el otro porque presenta obstáculos.

7.2 Asignación de dispensadores de agua fría en fábrica y T.M.T.

Justificación

Los dispensadores de agua son necesarios por las siguientes razones: (1) Las condiciones prevalecientes de trabajo (tareas desarrolladas cerca de calderas, evaporadores, calentadores, etc.; contacto con motores de alta radiación térmica); (2) El esfuerzo de trabajo y la condición de alta temperatura normal prevaleciente; (3) La falta del servicio como medio de hidratación para los trabajadores.

Procedimiento

- ✓ Mediante entrevistas y observación directa, determinar la necesidad y cantidad de dispensadores de agua fría en fábrica y T.M.T. del Ingenio.
- ✓ Determinar los lugares de estas áreas operativas en las cuales se colocarán los dispensadores, de acuerdo a las condiciones de trabajo.
- ✓ Conocer los tipos de dispensadores de agua existentes en casas comerciales y a la vez cotizar sus precios.
- ✓ Proceder a la compra de los dispensadores de agua fría.
- ✓ Colocar los dispensadores en los lugares necesarios de las áreas operativas.

Responsabilidades

- De la planificación: José Luis Palacios.
- De la ejecución: * José Luis Palacios y el coordinador de la división de recursos humanos (principal).
* Áreas beneficiadas (colaborador).

Recursos y presupuesto

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
9	Dispensadores de agua fría marca MABE de una llave	Q 1,500.00	Q13,500.00
9	Cajas metálicas de 4" por 2"	15.90	143.10
9	Tomacorrientes dobles para empotrar	6.90	62.10
200	Metros de cable eléctrico forrado	1.00/metro	200.00
200	Varas de manguera negra de 1"	0.90/vara	180.00
	Accesorios		30.00

Distribución de los dispensadores

Fábrica:

- Calderas.
- Evaporadores.
- Tachos.
- Entre molinos y turbos.
- Centrífugas.

T.M.T.

- A la derecha de oficinas de maq.
- Taller techado de trabajo (maq.)
- Parte norte taller techado de trabajo (tamec)
- Parte sur taller techado de trabajo (tamec.)

Cronología de ejecución

15/12/97 - 15/2/98

Observación

Los trabajos que se realizan en el campo, como el corte de caña, requieren mucho esfuerzo físico y están sujetos a las condiciones normales de alta temperatura. En esta área se abastece a los trabajadores con agua potable constantemente, mediante tanques transportados con tractor.

7.3 Asignación de equipo de protección personal a trabajadores de áreas operativas

Justificación

El equipo de protección personal es insuficiente y en muchos casos no es el adecuado para cada actividad en particular. Para citar un ejemplo, el trabajo con herbicidas en el campo requiere de mascarillas contra gases y vapores, lo mismo que en el proceso de sulfitado de jugo de caña en la fábrica. Por ello, es necesario adecuar el equipo de protección a la actividad de trabajo.

Procedimiento

- ✓ Mediante entrevistas y observación directa, determinar el tipo de equipo de protección personal existente para cada una de las áreas operativas; así también, determinar la conveniencia de tener mejor equipo de protección de acuerdo a las tareas que se realizan y obtener un listado del equipo que hace falta de acuerdo a la cantidad de trabajadores de cada área operativa.
- ✓ Obtener catálogos de equipo de protección para elegir el equipo más adecuado.
- ✓ Contactar a casas comerciales para determinar existencias del equipo requerido y para cotizarlo.
- ✓ Proceder a la compra del equipo de protección.
- ✓ Asignar el equipo a los trabajadores de las áreas operativas.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios.
- De la ejecución:
 - * José Luis Palacios y coordinador de División de Recursos Humanos (principal).
 - * Areas beneficiadas (colaborador).

Tipos, distribución y presupuesto de equipo de protección personal faltante

Área industrial

<u>Protectores auditivos</u>	<u>Cantidad</u>
- <u>Departamento de maquinaria:</u>	
* Mantenimiento	35
* Molinos	12
* Patio de caña	27
* Maquinaria	14
* Calderas	15
- <u>Departamento de fabricación:</u>	
* Tachos	9
* Centrifugas	12
* Evaporadores	6
* Secado y envasado	9
* Pilas, filtros de cachaza, clarificadores, sulfitado, fabricación.	20
* Bombas	2

- Departamento eléctrico 16

TOTAL 177

COSTO UNITARIO Q 10.20

COSTO TOTAL Q 1,805.40

Lentes de protección **Cantidad** **Tipo** **Costo unitario**

- Departamento de maquinaria

* Mantenimiento	4 unid.	Lentes para soldadura	Q 39.60
	13 unid.	Lentes plásticos claros con filtro	Q 27.90
* Molinos	10 unid.	Lentes plásticos claros con filtro	
* Patio de caña	10 unid.	Lentes plásticos claros con filtro	
* Maquinaria	3 unid.	Lentes plásticos claros con filtro	
* Calderas	9 unid.	Lentes para fogonero	Q 38.00
	3 unid.	Lentes plásticos claros con filtro	

- Departamento de fabricación

* Pilas, filtros de cachaza, clarificadores, sulfitado, fabricación.	16 unid.	Lentes plásticos claros con filtro	
* Bombas	2 unid.	Lentes plásticos claros con filtro	

TOTAL LENTES PARA FOGONERO 9 unid. COSTO TOTAL: Q 342.00

TOTAL LENTES PARA SOLDADOR 4 unid. COSTO TOTAL: Q 158.40

TOTAL LENTES PLASTICOS CON FILTRO 57 unid. COSTO TOTAL: Q 1,590.30

<u>Cascos plásticos</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Color</u>	<u>Costo unitario</u>
<u>- Departamento de maquinaria</u>			
* Mantenimiento	25	Verde	Q 43.99
* Patio de caña	20	Amarillo	
* Taller de tornos	10	Anaranjado	
<u>- Departamento de fabricación</u>			
* Tachos	6	Azules	
* Centrífugas	5	Azules	
* Secado y envasado	7	Azules	
* Pilas, filtros de cachaza, clarificadores, sulfitado, fabricación	15	Azules	
	1	Blanco	
* Bombas	2	Azules	
<u>- Departamento Eléctrico</u>	5	Rojo	
TOTAL	96		
COSTO TOTAL	Q 4,223.04		

<u>Mascarillas</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Tipo</u>	<u>Costo unitario</u>
<u>- Departamento de maquinaria</u>			
* Mantenimiento	13	Contra polvo sencilla	Q 80.00
* Molinos	2	Contra polvo sencilla	
* Patio de caña	20	Contra polvo sencilla	
* Maquinaria	2	Contra polvo sencilla	
* Calderas	6	Contra polvo sencilla	
<u>- Departamento de fabricación</u>			
* Centrífugas	12	Contra polvo sencilla	
* Evaporadores	6	Contra gases y vapores sencilla	Q 85.00
* Secado y envasado	9	Contra polvo sencilla	

* Pilas, filtro de cachaza, clarificadores, sulfitado, fabricación	19	Contra gases y vapores sencilla
* Bombas	2	Contra gases y vapores sencilla
- <u>Departamento eléctrico</u>	17	Contra polvo sencilla

TOTAL MASCARILLAS CONTRA POLVO:	81	COSTO TOTAL:	Q 6,480.00
TOTAL MASCARILLAS CONTRA GASES :	27	COSTO TOTAL:	Q 2,295.00

<u>Guantes</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Tipo</u>	<u>Costo unitario</u>
- <u>Departamento de maquinaria</u>			
* Mantenimiento	4 pares	De cuero al codo	Q 33.50
* Molinos	6 pares	De cuero al codo	
* Patio de caña	12 pares	De hule	Q 32.74
* Calderas	6 pares	De asbesto al codo	Q 109.87
	3 pares	De cuero al codo	
- <u>Departamento de fabricación</u>			
* Tachos	3 pares	De cuero al codo	
	2 pares	De hule	
* Evaporadores	6 pares	De hule	
* Clarificadores	15 pares	De cuero al codo	
* Bombas	2 pares	De hule	
- <u>Departamento eléctrico</u>	3 pares	Para alto voltaje	Q 75.00

TOTAL GUANTES DE CUERO AL CODO:	31 PARES	COSTO TOTAL:	Q 1,038.50
TOTAL GUANTES DE ASBESTO AL CODO:	6 PARES	COSTO TOTAL:	Q 659.22
TOTAL GUANTES DE HULE:	22 PARES	COSTO TOTAL:	Q 720.28
TOTAL GUANTES PARA ALTO VOLTAJE:	3 PARES	COSTO TOTAL:	Q 225.00

Area agrícola

	<u>Costo unitario</u>	<u>Costo total</u>
- <u>Departamento de alce y corte</u>		
* 16 pares de guantes de cuero cortos	Q 33.50	Q 536.00
* 9 lentes plásticos claros con filtro	27.90	251.10
* 20 mascarillas contra polvo sencillas	80.00	1,600.00
* 24 mascarillas para aplicación de plaguicidas sencillas	85.00	2,040.00
* 24 linternas comunes de metal con baterías	30.00	720.00
- <u>Departamento de plantaciones y siembras</u>		
* 105 overoles frescos (manta delgada)	50.00	5,250.00
* 40 mascarillas para aplicación de plaguicidas sencillas	85.00	3,400.00
* 80 pares de guantes de hule al codo	32.74	2,619.20
* 36 lentes plásticos claros con filtro	27.90	1,004.40
* 90 caretas para agroindustria (protector facial de malla)	50.00	4,500.00
- <u>Departamento de riegos e ingeniería agrícola</u>		
* 100 pares de botas de hule	35.00	3,500.00
* 100 linternas comunes de metal con baterías	30.00	3,000.00
- <u>Departamento de hule</u>		
* 120 lentes plásticos claros con filtro	27.90	3,348.00
* Se recomienda el uso de mascarillas especiales para la preparación y aplicación de plaguicidas, y para protección contra el amoníaco.		

Area T.M.T.

* 10 cascos plásticos de color blanco para supervisores	Q 43.99	Q 439.90
<u>- Sección de taller de reparaciones</u>		
* 5 lentes plásticos claros con filtro (para torneear y esmerilar)	27.90	139.50
* 20 pares de guantes de cuero cortos	33.50	670.00
* 20 cascos plásticos de color negro	43.99	879.80
* 20 mascarillas contra polvo As	12.28	245.60
* 2 pares de guantes de hule cortos	32.74	65.48
* 2 pares de guantes de gamuzón cortos	55.50	111.00
* 2 mascarillas sencillas contra gases ácidos	85.00	170.00
* 3 mascarillas sencillas contra polvo	80.00	240.00
* 1 overol de tela para mecánico de motos	80.00	80.00
<u>- Sección de servicio rápido y mantenimiento</u>		
* 17 overoles de tela	80.00	1,360.00
* 7 pares de guantes de cuero cortos	33.50	234.50
* 7 pares de guantes de gamuzón al codo	66.63	466.41
* 1 careta para soldador	222.00	222.00
* 2 lentes para soldador	39.60	79.20
* 10 cascos plásticos color negro	43.99	439.90
* 2 pares de guantes de hule cortos	32.74	65.48
* 2 lentes plásticos claros con filtro	27.90	55.80
* 6 pares de zapatos con punta de acero	200.00	1,200.00
<u>- Sección de maquinaria agrícola</u>		
* 49 cascos plásticos de color negro	43.99	2,155.51
<u>- Sección de maquinaria pesada y arrendada</u>		
* 8 cascos plásticos de color negro	43.99	351.92
* 8 mascarillas contra polvo As	12.28	98.24
<u>- Sección de transporte de caña</u>		

* 63 cascos plásticos de color negro	43.99	2,771.37
- <u>Sección de transporte de personal</u>		
* 15 cascos plásticos de color negro	43.99	659.85
* 10 lentes plásticos claros con filtro	27.90	279.00
* 6 mascarillas contra polvo As	12.28	73.68
- <u>Depto. de de planificación y control</u>		
* 2 cascos plásticos de color negro	23.99	47.98

Se recomienda la asignación de overoles a todo el personal de la sección de taller de reparaciones (30).

GRAN TOTAL: Q 64,907.96

Cronología de ejecución

15/12/97 - 25/2/98

7.4 Asignación de extinguidores a áreas operativas y no operativas

Justificación

En las áreas operativas y no operativas están presentes los riesgos de incendios de los tipos A: papel, madera, plásticos; B: gases y líquidos inflamables (como la gasolina); C: equipos eléctricos.

Procedimiento

- ✓ Determinar la cantidad actual y tipo de extinguidores existentes en las áreas operativas y no operativas, y enlistar los lugares de estas áreas que necesitan de este equipo.
- ✓ Obtener catálogos de extinguidores para elegir los que mejor se adecúen de acuerdo a la actividad y los peligros de incendio que ellas implican.
- ✓ Contactar a casas comerciales para determinar existencias del equipo requerido y para cotizarlo.
- ✓ Proceder a la compra de los extinguidores.
- ✓ Asignar y colocar este equipo en los lugares requeridos de las áreas operativas y no operativas.

Responsabilidades

- De la planificación: José Luis Palacios.
- De la ejecución:
 - * José Luis Palacios y coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Tipos, distribución y presupuesto de extinguidores

No.	Tipo	Distribución	Costo
1	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Tablero eléctrico mesa de caña	Q 1,193.50
2	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Tablero eléctrico calderas	Q 1,193.50
3	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Tablero eléctrico inicio de molinos	Q 1,193.50
4	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Tablero eléctrico final de molinos	Q 1,193.50
5	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Motores eléctricos	Q 1,193.50
6	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Taller industrial	Q 1,193.50
7	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Centrífugas continuas	Q 1,193.50
8	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Centrífugas automáticas	Q 1,193.50
9	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Cuarto de control centrifugas autom.	Q 1,193.50
10	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Cuarto de control turbogeneradores	Q 1,193.50
11	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Tachos	Q 1,193.50
12	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Evaporadores	Q 1,193.50
13	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Secado y envasado	Q 1,193.50
14	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Turbogeneradores y molinos	Q 1,193.50
15	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Calderas	Q 1,193.50
16	ABC Polvo químico seco (20 lb.)	Oficinas fábrica	Q 556.85
17	ABC Polvo químico seco (20 lb.)	Laboratorio	Q 556.85
18	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Máquinas herramientas taller mec.	Q 1,193.50
19	BC Bióxido de carbono (10 libras)	En edificio de maquinaria	Q 1,193.50
20	BC Bióxido de carbono (10 libras)	En edificio de maquinaria	Q 1,193.50
21	BC Bióxido de carbono (10 libras)	En edificio de maquinaria	Q 1,193.50
22	BC Bióxido de carbono (10 libras)	En edificio de taller mecánico	Q 1,193.50
23	BC Bióxido de carbono (10 libras)	En edificio de taller mecánico	Q 1,193.50
24	BC Bióxido de carbono (10 libras)	En edificio de taller mecánico	Q 1,193.50
25	ABC Polvo químico Seco (20 lb.)	En oficinas maquinaria	Q 556.85
26	ABC Polvo químico Seco (20 lb.)	Administración agrícola	Q 556.85
27	ABC Polvo químico seco (20 lb.)	Administración primer piso	Q 556.85
28	ABC Polvo químico seco (20 lb.)	Administración segundo piso	Q 556.85
29	ABC Polvo químico seco (20 lb.)	Recursos humanos	Q 556.85
30	BC Bióxido de carbono (10 libras)	Gasolinera	Q 1,193.50
31	ABC Polvo químico seco (20 lb.)	Bodega de materiales	Q 556.85
32	ABC Polvo químico seco (20 lb.)	Bodega de azúcar	Q 556.85

COSTO TOTAL: Q 33,019.00

Cronología de ejecución

15/12/97 - 25/2/98

Observación

Es recomendable que en los transportes que se utilizan tanto fuera del Ingenio (recolección de caña, transporte de personal, etc.) como dentro de él, se cuente con extinguidores del tipo ABC polvo químico seco de 5 libras para preveer cualquier peligro de incendio que se pueda producir en ellos.

Estos transportes son:

- 51 tractores
- 6 grúas de fábrica y campo
- 5 alzadoras de caña
- 4 máquinas pesadas (patrol, retroexcavadora, caterpillar)
- 31 camiones de diferentes marcas, modelos y series.
- 9 buses de transporte de personal
- 98 jaulas de arrastre de caña
- 5 cultivadoras

En total son: 209 extinguidores ABC de 5 lb. con una inversión unitaria de Q 210.06 (Fabrigas) y una inversión total de Q 43,902.54

7.5 Asignación de botiquines de primeros auxilios a fábrica y T.M.T.

Justificación

Para atender determinado accidente sucedido o para aliviar malestares que se presentan en los trabajadores al desarrollar sus actividades, se hace necesario un botiquín que contenga los medicamentos indispensables para que sean atendidos rápidamente y poder así descentralizar las funciones del puesto de salud.

Procedimiento

- ✓ Conocer la situación actual en cuanto a servicios de primeros auxilios en que se encuentran la fábrica y T.M.T. del Ingenio.
- ✓ Establecer los lugares de estas áreas en los cuales se colocarán estratégicamente botiquines de primeros auxilios.
- ✓ Diseñar el botiquín adecuado tomando en cuenta espacios para medicinas, materiales, etc.
- ✓ Determinar tipo y cantidades de medicina que contendrán los botiquines, tomando en cuenta las labores en que los trabajadores se desempeñan.
- ✓ Buscar empresas para cotizar la construcción de botiquines, y a la vez, tomar la decisión respectiva.
- ✓ Proceder a la compra de medicinas.
- ✓ Equipar convenientemente los botiquines de primeros auxilios.
- ✓ Distribuir los botiquines a las áreas operativas.
- ✓ Determinar la manera como se mantendrán abastecidos los botiquines.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * José Luis Palacios y coordinador de División de Recursos Humanos (principal).
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos y presupuesto

Cantidad	Denominación	Costo Unitario	Costo Total
6	Botiquines de primeros auxilios de 40 cm de alto* 30 cm de largo * 15 cm. de ancho.	Q 135.00	Q 810.00

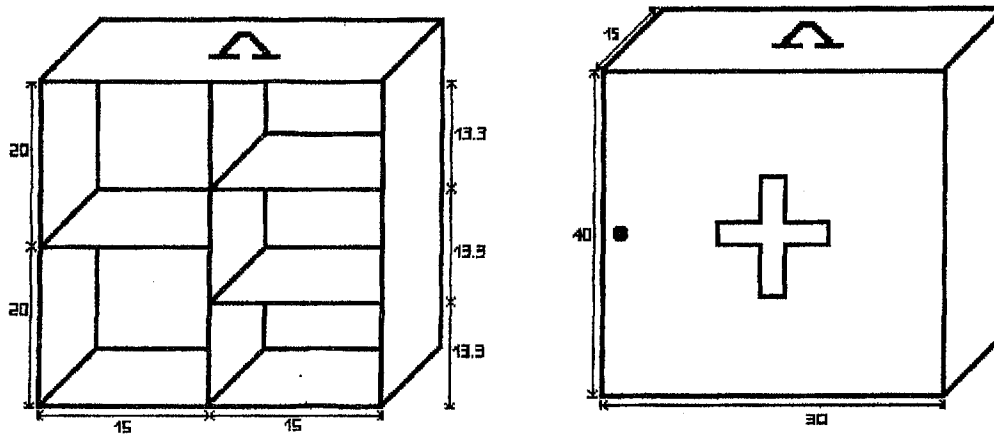
Medicinas por botiquín:

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total (6 botiq.)
1	Caja de gazas estériles	Q 38.00	Q 228.00
1	Caja de aspirinas (tabletas)	39.90	239.40
1	Caja de acetaminofén (tabletas)	42.75	256.50
1	Caja de piroxican (tabletas)	99.75	598.50
1	Crema antialérgica: Systral	27.45	164.70
½	Litro de alcohol	4.50	27.00
1	Rollo de algodón	20.90	125.40
1	Colirio de ojos : alfernicol	18.85	113.10
1	Colirio de ojos : sulfarex	22.50	135.00
1	Caja de lomotin (antidiarréico)	90.25	541.50
1	Caja de tabletas de nauseol	66.50	399.00
1	Frasco de sulfaplata	25.45	152.70

Distribución de los botiquines

- 1 en oficinas de fábrica.
- 1 en taller industrial.
- 1 en motores eléctricos.
- 1 en taller mecánico.
- 1 en maquinaria.
- 1 en taller de reparación y fabricación de baterías.

Fig. 11. Diseño de botiquín



medidas en cm.

Cronología de ejecución

15/12/97 - 25/2/98

7.6 Depósitos de basura en fábrica, T.M.T. y lugares públicos del ingenio

Justificación

Esta actividad busca mantener un ambiente limpio e higiénico en el Ingenio, colocando estos botes en las áreas que no cuentan con ellos o mejorando los ya existentes.

Procedimiento

- ✓ Conocer la situación actual de limpieza existente en fábrica, T.M.T. y lugares públicos (casetas, lugares de depósito de basura) determinando la cantidad y tipo de botes de basura actuales, las mejoras que se les puedan hacer (si son barriles, pintarlos) y la cantidad de ellos que se necesitan.
- ✓ Para las áreas que no cuentan con botes de basura, determinar los lugares específicos en los cuales irían colocados.
- ✓ Cotización de los botes de basura, tratando que su diseño sea adecuado (hermético, plástico, de alta capacidad).
- ✓ Cotización de pintura de aceite para pintar los botes de basura (barriles) de servicio público.
- ✓ Proceder a la compra de los botes de basura necesarios, así como de la pintura y equipo.
- ✓ Asignación y colocación de los botes de basura en los lugares especificados.
- ✓ Pintar los botes de basura (barriles) de servicio público.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * José Luis Palacios y coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos y presupuesto

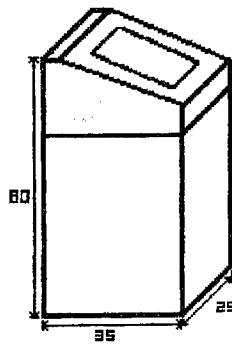
Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
10	Botes de basura de 80*35*25cm. Con tapadera	Q 60.00	Q 600.00
6	Galones de pintura de aceite de color azul	Q 72.00	Q 432.00
1	Galón de pintura de aceite de color blanco	Q 72.00	Q 72.00
3	Galones de tinner	Q 25.00	Q 75.00
3	Brochas de cerda de 3"	Q 7.00	Q 21.00

Distribución de los botes de basura

- 1 en bodega de azúcar
- 1 en oficinas fábrica
- 1 en motores eléctricos
- 1 en taller industrial
- 1 en tachos
- 1 en oficinas maquinaria (T.M.T.)
- 2 distribuidos en los locales techados de maquinaria
- 2 distribuidos en los locales techados de taller mecánico.
- pintar y colocar la inscripción "basura" en 12 barriles de depósito para el servicio público ubicados en:
 - * 2 en caseta No. 2
 - * 1 en caseta No. 3

- * 2 en caseta No. 4
- * 1 en comedor industrial
- * 1 en garita No. 2
- * 1 en garita de taller mecánico
- * 3 en maquinaria
- * 1 en el área de baterías de taller mecánico

Fig. 12. Diseño del depósito de basura



medidas en cm

Cronología de ejecución

15/12/97 - 25/2/98

7.7 Asignación de camillas a áreas operativas

Justificación

La asignación de camillas se hace necesaria al no existir éstas, ya que las ventajas que brinda para el traslado de los trabajadores heridos o enfermos hacia los lugares destinados, son las requeridas.

Procedimiento

- ✓ Determinar la cantidad de camillas necesarias para cada área operativa (fábrica, T.M.T., campo).
- ✓ Determinar los tipos de camillas posibles a ser asignadas, así como cotizar sus precios en casas comerciales.
- ✓ Proceder a la compra de las camillas.
- ✓ Asignarlas a las áreas operativas correspondientes para que se les de el uso conveniente.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * José Luis Palacios y coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos y presupuesto

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
6	Camillas sencillas de 1m. de largo * 0.50 m. de ancho	Q 2,004.00	Q 12,024.00

Distribución de las camillas

- 2 en fábrica
- 2 en T.M.T.
- 2 en área agrícola

Fig. 13. Diseño de camilla



Cronología de ejecución

15/12/97 - 25/2/98

7.8 Recomendación para la colocación de lámparas en el taller mecánico

Justificación

Las instalaciones donde se ubica el taller mecánico no cuenta hasta el momento con lámparas para iluminar durante turno nocturno.

Procedimiento

- ✓ Hacer un recorrido en las instalaciones del taller mecánico y determinar la cantidad de lámparas que es necesario colocar de acuerdo al trabajo que allí se desempeña. Las instalaciones son recientes y hasta el momento no cuentan con el servicio eléctrico.
- ✓ Cotizar varios tipos de lámparas en casas comerciales.
- ✓ Compra de las lámparas.
- ✓ Asignación y colocación de las mismas en taller mecánico.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios Villatoro
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Area beneficiada (colaborador)

Recursos y presupuesto

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
8	Lámparas fluorescentes de 2 * 40 Watts y 40"	Q 100.00	Q 800.00
100	Metros de cable eléctrico forrado	Q 1.00	Q 100.00

Cronología de ejecución

15/12/97 - 15/4/98

7.9 Recomendación para la colocación de señales y avisos de seguridad e higiene en áreas operativas

Justificación

Dar a conocer a los trabajadores por medios visuales la necesidad de conservar su seguridad y mantener la higiene, creando en él un sentido de protección y una visión de un ambiente y condiciones de trabajo adecuados.

Procedimiento

- ✓ Hacer un estudio general en las áreas operativas relacionado con la existencia de señalizaciones y avisos de seguridad e higiene.
- ✓ Al no existir éstos, determinar cantidades y tipos de señalizaciones y avisos, así como los lugares en los cuales pueden ir colocados, de tal manera que capten la atención de los trabajadores y los haga reflexionar al encontrarse desarrollando sus labores o fuera de ellas.
- ✓ Cotizar los precios de las señalizaciones y avisos a colocar en las instalaciones de fábrica, T.M.T. y campo.
- ✓ Proceder a la compra de las señalizaciones y avisos de seguridad e higiene.
- ✓ Asignación y colocación en los lugares especificados.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos, presupuesto y distribución

Cantidad	Señalización o aviso	Costo u.	Costo total	Distribución
1	Peligro, ácido	Q 61.38	Q 61.38	Area de baterías taller m.
5	Peligro, sustancias peligrosas	61.38	Q 306.90	- Crarificadores - Sulfitado - Evaporadores - Tachos - Laboratorio
1	Peligro, líquidos inflamables	61.38	61.38	Gasolinera
1	Prohibido fumar, gasolinera	61.38	61.38	Gasolinera
32	Extintor contra incendio	61.38	1,964.16	Para señalar la posición de los 32 extinguidores
2	Uso obligatorio de casco de seg.	61.38	122.76	- Entrada a fábrica por entrada principal. - Entrada a fábrica por motores eléctricos.
3	Precaución, zona de carga y descarga	61.38	184.14	- Bodega de materiales - Bodega de azúcar - Patio de caña
1	Precaución: camine, no corra	61.38	61.38	Entrada a fáb. por turbog.
1	Prevenga accidentes	61.38	61.38	Entrada a fábrica a la par de bodega de materiales
1	Precaución, no se arriesgue otros dependen de Usted	61.38	61.38	Entrada a fábrica por turbogeneradores
1	Precaución, hombres trabajando	61.38	61.38	Garita No. 1
6	Botiquín	61.38	368.28	Para señalar posición de los 6 botiquines
1	Servicio médico	61.38	61.38	Puesto de salud
1	Salida de emergencia	61.38	61.38	Salida de fábrica por motores eléctricos
1	No bloquear la salida de emergencia	61.38	61.38	Salida de fab. por turbog.
6	Tu mejor amigo es tu equipo de seguridad, úsalo	61.38	368.28	- Maquinaria T.M.T. - Garita dentro de fábrica - Centrifuga - Calderas - Tachos - Patio de caña
3	Seguridad ante todo, su familia lo espera	61.38	184.14	- Entrada interior taller mec. - Taller industrial de fábrica - Cocina industrial
3	Aviso: este baño es tuyo, consévalo limpio	61.38	184.14	Baños de fábrica y T.M.T.
4	Aviso: utiliza los recipientes para tirar la basura	61.38	245.52	4 casetas
1	Calidad es hacer bien tu trabajo	61.38	61.38	Entrada exterior taller mec.

Cantidad	Señalización o aviso	Costo u.	Costo total	Distribución
1	Nuestra meta es no tener accidentes	61.38	61.38	Garita No. 1
3	Al finalizar su trabajo, coloque la herramienta en su lugar	61.38	184.14	- Bodega de herram. de fáb. - Taller mecánico - Maquinaria
3	Escaleras	61.38	184.14	- Escaleras principales fáb.
169	Triángulos reflectivos (figura)	20.00	3,380.00	- 51 tractores - 6 grúas de fábrica y campo - 5 alzadoras de caña - 4 máquinas pesadas (patrol, retroexcavadora, caterpillar) - 98 jaulas de caña - 5 cultivadoras

COSTO TOTAL: Q 8,413.14

Cronología de ejecución

20/12/97 - 15/4/98

7.10 Recomendación para el diseño de sanitarios y regaderas en fábrica y T.M.T.

Justificación

Las instalaciones y las condiciones actuales en que se encuentran las regaderas y sanitarios de estas áreas operativas, no llenan las expectativas requeridas de higiene y capacidad.

Procedimiento

- ✓ Determinar la cantidad de trabajadores que laboran tanto en fábrica como en T.M.T.
- ✓ Observar las condiciones actuales de las instalaciones, sanitarios y regaderas, así como determinar la capacidad de los mismos para atender a los trabajadores.
- ✓ Diseñar un modelo de las instalaciones, sanitarios y regaderas que tenga buenas condiciones de limpieza e higiene y que cubra las necesidades de los empleados.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

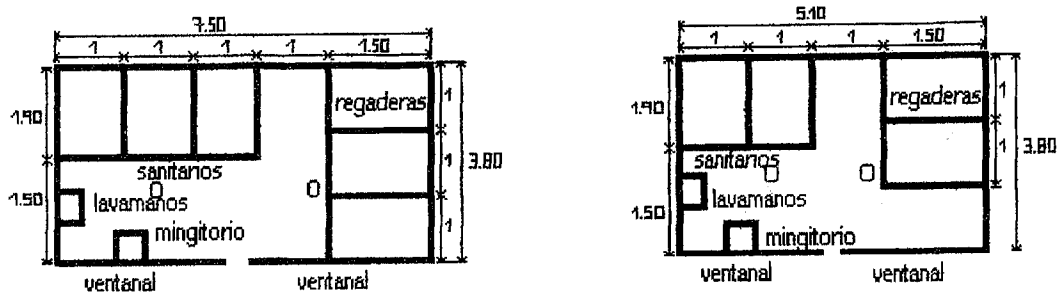
Recursos y presupuesto

Construcción de tres módulos (cada uno con instalaciones, sanitarios y regaderas): uno en fábrica, uno en maquinaria y uno en taller mecánico.

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
7	Sanitarios de color blanco	Q 320.00	Q 2,240.00
3	Lavamanos	180.00	540.00
3	Mingitorios	280.00	840.00
7	Regaderas plásticas de 1/2" * 4"	7.00	49.00
7	Tubos PVC de 1/2" * 20' para las regaderas	12.00	84.00
7	Llaves de compuerta de 1/2" para las regaderas	10.50	73.50
7	Rodos para papel	20.00	140.00
7	Botes para papel	60.00	420.00
7	Jaboneras de metal	15.00	105.00
7	Estructuras de tablilla para respiradero de 15" * 12"	50.00	350.00
2000	Blocks de 20 cm	1.80	3,600.00
40	Láminas de metal	51.00	2,040.00
90	Bolsas de cemento gris	22.50	2,025.00
3	Bolsas cemento blanco para estucar	48.60	145.80
5	Quintales de hierro corrugado de 3/4"	160.00	800.00
75	Metros cuadrados de azulejo celeste de 15 * 15 cm	42.00/metro c.	3,150.00
65	Metros cuadrados de piso mosaico de 30 * 30 cm	23.70/metro c.	1,540.50
1 ½	Camionadas de piedrín	450.00/c.	675.00
3	Camionadas de arena azul	160.00/c.	480.00
1	Camionada de piedra bola	200.00/c.	200.00
2	Camionadas de arena blanca	160.00/c	320.00
2	Quintales de hierro liso de 1/8" para armadura	160.00	320.00
8	Libras de clavo de 5"	1.75/libra	14.00
12	Libras de clavo de 2"	1.75/libra	21.00
6	Libras de clavo para lámina	2.80/libra	16.80
6	Lámparas de 60 Watts	60.00	360.00
3	Tomacorrientes dobles para empotrar	6.90	20.70
3	Apagadores dobles	12.15	36.45
6	Cajas metálicas de 4" * 2"	15.90	95.40
100	Metros de cable eléctrico forrado	1.00/metro	100.00
4	Docenas de tabla de 9' * 12" * 1" para fabricar 18 puertas.	200.00/doc.	800.00
32	Bisagras con tornillos, de 3" * 1"	3.00	96.00
10	Piezas de madera de 12' * 4" * 2" para armazón de techo	15.00	150.00

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
4	Docenas de regla de 9' * 3" * 2"	90.00/doc.	360.00
200	Unidades de machimbre para cielo falso de 10'*4"*1/2"	19.30/unidad	3,860.00
6	Ventanas de persiana con balcón, de 1m. de alto* 0.90m	500.00	3,000.00
10	Galones de pintura de agua	36.00	360.00
20	Bolsas de cal para repellar	12.00	240.00
2	Chapas	125.00	250.00
14	Pasadores de metal	6.00	84.00
30	Adaptadores machos PVC de 1/2" con rosca	2.50	75.00
10	Tubos PVC de 4"	80.00	800.00
30	Codos PVC de 1/2", de 90 grados sin rosca	1.20	36.00
25	Tee PVC de 1/2" sin rosca	3.00	75.00
5	Rollos de teflón de 1/2"	1.80	9.00
1/2	Galón de pegamento tangit	115.00	115.00
10	Libras de alambre de amarre	2.22/libra	22.20
7	Reposaderas de 3"	9.00	63.00
	Mano de obra		9,000.00

Fig. 14. Diseños sanitarios



medidas en metros.

Cronología de ejecución

1/3/98 - 2/1/99

7.11 Recomendación para la colocación de tapaderas para canales de desechos en fábrica y T.M.T.

Justificación

En estas áreas, varias partes de los canales no tienen estas tapaderas y otros canales no las tienen en su totalidad.

Procedimiento

- ✓ Determinar en el área de fábrica y T.M.T. los lugares a nivel superficial que son canales y que se utilizan como medio para el transporte de líquidos que son parte del proceso o para evacuar desechos.
- ✓ Conocer el estado actual de los canales (si cuentan con tapaderas, de qué diseño y material son las mismas, si están descuidadas).
- ✓ Tomar medidas de los canales que no cuentan con tapadera o de los que su tapadera se encuentre en mal estado.
- ✓ Cotizar precios de los materiales que se utilizarán para fabricar las tapaderas (hierro de varios tipos).
- ✓ Proceder a la compra de los materiales.
- ✓ Construir las tapaderas de acuerdo al diseño y con la ayuda de procesos de soldadura.
- ✓ Colocación de las tapaderas.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios

- De la ejecución:

- * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
- * Areas beneficiadas (colaborador)

Distribución de tapaderas

1. Fábrica:

a) Parte oeste de molinos con el canal en dirección norte - sur.

Largo del canal:	112 pies
Ancho del canal:	1.84 pies
Grosor de la tapadera:	0.164 pies
Espacio libre:	0.164 pies

Se necesitan:

- 228 pies de hierro angular de 1/4" * 2" * 2" * 20' = 12 varillas.

Precio unitario: Q 207.00/varilla

Precio total: Q 2,484.00

- 910 pies de hierro corrugado de 3/4" * 20' = 46 varillas.

Precio unitario: Q 36.54/varilla

Precio total: Q 1,680.84

b) Parte noroeste de molinos con el canal en dirección a turbogeneradores.

Largo del canal:	19 pies
Ancho del canal:	1.15 pies

Grosor de la tapadera: 0.164 pies

Espacio libre: 0.164 pies

Se necesitan:

- 40.3 pies de hierro angular de 1/4" * 2" * 2" * 20' = 3 varillas

Precio unitario: Q 207.00/varilla

Precio total: Q 621.00

- 97 pies de hierro corrugado de 3/4" * 20' = 5 varillas.

Precio unitario: Q 36.54/varilla

Precio total: Q 182.70

2. T.M.T. (maquinaria)

a) A la par de las oficinas por la parte izquierda.

Largo del canal: 71 pies

Ancho del canal: 1.57 pies

Grosor de la tapadera: 0.164 pies

Espacio libre: 0.164 pies

Se necesitan:

- 146 pies de hierro angular de 1/4" * 2" * 2" * 20' = 8 varillas.

Precio unitario: Q 207.00/varilla

Precio total: Q 1656.00

- 492 pies de hierro corrugado de 3/4" * 20' = 25 varillas.

Precio unitario: Q 36.54/varilla

Precio total: Q 913.50

b) A lo largo de los locales techados de trabajo en la parte noroeste.

Largo del canal: 378 pies
Ancho del canal: 1.81 pies
Grosor de de la tapadera: 0.164 pies
Espacio libre: 0.164 pies

Se necesitan:

- 760 pies de hierro angular de $1/4" * 2" * 2" * 20'$ = 38 varillas.

Precio unitario: Q 207.00/varilla

Precio total: Q 7,866.00

- 3021 pies de hierro corrugado de $3/4" * 20'$ = 151 varillas

Precio untario: Q 36.54/varilla

Precio total: Q 5,517.54

Cronología de ejecución

1/3/98 - 1/8/98

Observaciones

La colocación de una plancha de concreto teniendo como armadura la tapadera, es conveniente para tener un piso uniforme.

7.12 Recomendación para la asignación de casilleros metálicos (lockers) para los trabajadores en fábrica y T.M.T.

Justificación

La asignación de estos casilleros se hace necesaria no sólo para que los trabajadores conserven seguras sus pertenencias, sino porque se evitan riesgos al no dejar sus ropas, maletines, etc. colgados en tableros eléctricos, máquinas, cajas para herramientas o lugares hechizos para el efecto.

Procedimiento

- ✓ De acuerdo a la cantidad de trabajadores en fábrica y T.M.T., determinar la cantidad de casilleros metálicos necesarios con sus medidas.
- ✓ Contactar casas comerciales para conocer modelos de casilleros y cotizar sus precios.
- ✓ Determinar los lugares de fábrica y T.M.T. en los cuales se colocarán los casilleros para los trabajadores.
- ✓ Proceder a la compra de los casilleros (lockers) necesarios (solicitando a la casa comercial que los numere).
- ✓ Asignación y colocación de los casilleros en los lugares respectivos.
- ✓ Entrega de llaves y candados a los trabajadores, asignándoles un número de casillero.

Casilleros

- 500 casilleros metálicos (250 para fábrica, 250 para T.M.T.). Los casilleros vienen dispuestos en módulos que comprenden 15 casilleros, teniendo 5 pisos y 3 columnas como se muestra en el diseño.

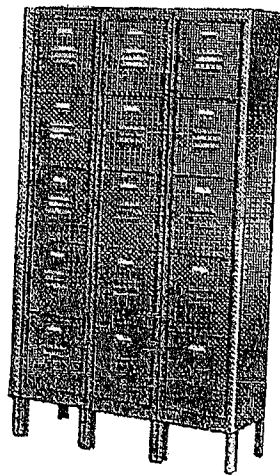
Presupuesto

- Precio del módulo con 15 casilleros: Q 2,500.00 con candado.
- Precio total de 34 módulos: Q 85,000.00

Distribución

- En fábrica, pueden colocarse en el local donde actualmente se encuentran las cajas de herramientas. Tomando en cuenta que no ocupan mucho espacio, pueden ser colocados en las orillas.
- En T.M.T., pueden ser colocados a lo largo de los talleres techados de trabajo.

Fig. 15. Diseño de casillero (locker)



Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/98

7.13 Recomendación para la asignación de cajas de almacenamiento de herramientas en fábrica y T.M.T.

Justificación

Las cajas de madera y barriles existentes no se dan abasto y no son las adecuadas para el almacenamiento de las herramientas.

Procedimiento

- ✓ Conocer la forma en que se almacenan las herramientas en estas áreas operativas.
- ✓ Determinar la cantidad aproximada de cajas que se necesitan, tratando de cambiar en su totalidad las condiciones de almacenamiento actuales.
- ✓ Conocer tipos de cajas para herramientas, así como cotizar sus precios.
- ✓ Proceder a la compra de las cajas.
- ✓ Asignar y colocar las cajas en estas áreas operativas.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Cajas para herramientas

- 123 cajas de 35" de largo * 13" de ancho * 14.2" de alto marca Rubbermaid, hechas de caucho con compartimientos.

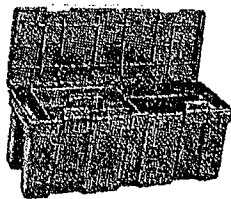
Presupuesto

- Cada caja tiene un valor de Q 375.76
- Precio total (123 cajas): Q 46,218.48

Distribución

- En fábrica: 91 cajas, pudiéndose colocar junto a los casilleros o lockers.
- En taller mecánico: 13 cajas en los locales techados y 6 cajas en el local donde se fabrican baterías. En maquinaria: 13 cajas en los locales techados.

Fig. 16. Diseño de caja para herramientas



Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/98

7.14 Recomendación para el aislamiento de tuberías peligrosas de fábrica

Justificación

La tubería utilizada en fábrica, en su mayoría conduce vapor y otros líquidos a elevadas temperaturas; así también, hay tanques o vasos en que se producen mezclas u otros procesos que irradian calor. Estas instalaciones necesitan aislamiento por no tenerla hasta el momento.

Procedimiento

- ✓ Determinar la intensidad de calor y radiación que se tienen en la tubería, así como conocer sus posiciones dentro de la fábrica.
- ✓ Conocer varios tipos de aislamientos para tubería y cotizarlos.
- ✓ Recomendar un tipo especial de aislamiento y los lugares específicos que lo necesitan.
- ✓ Proceder a la compra de los aislamientos.
- ✓ Asignar y colocar los aislamientos en las tuberías respectivas.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Area beneficiada (colaborador)

Tipo y presupuesto de aislamiento

- El material es de fibra de vidrio, teniendo un rollo las siguientes medidas 25' * 4' * 2".

Precio del rollo: Q 497.00

- Sobre la fibra de vidrio se puede colocar malla de gallinero de 72" * 48" para apretarla.

Precio de la unidad de malla con esas medidas: Q 18.50

Distribución del aislamiento

- ✓ Tubería conductora de vapor y que no posea aislamiento.
- ✓ Tubería conductora de agua caliente y no posea aislamiento.
- ✓ Tubería conductora de jugo y otros líquidos calientes y no posea aislamiento.
- ✓ Si es posible, dar un revestimiento mediante repellado a vasos de evaporación, tachos, clarificadores, calentadores, etc. de tal manera que sus lugares descuidados sean reconstruidos. Instalaciones que por sus características así lo requieran, pueden ser revestidas de esta forma.

Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/98

7.15 Recomendación para la colocación de resguardos para maquinaria

Justificación

Los elementos rotativos (engranajes) de máquinas como : cristalizadores, molinos, ventiladores, bombas, etc.; así como las fajas y cadenas de transmisión utilizadas para generar el movimiento, en su mayoría se encuentran descubiertos creando la probabilidad de sufrir accidentes.

Procedimiento

- ✓ Hacer un estudio de las máquinas que ofrecen peligros por encontrarse algunos de sus elementos móviles al descubierto.
- ✓ Tomar medidas a esos elementos móviles para diseñar resguardos de los mismos.
- ✓ Diseñar resguardos para la protección tanto de las máquinas como del personal, tomando en cuenta medidas hechas y materiales posibles.
- ✓ Cotización de precios para los materiales de los resguardos.
- ✓ Compra de los materiales.
- ✓ Construir los resguardos de acuerdo al diseño y con la ayuda de procesos de soldadura.
- ✓ Colocación de los resguardos en los elementos móviles peligrosos de las máquinas.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:

- * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
- * Area beneficiada (colaborador)

Distribución de resguardos

No.	Medida			Distribución
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	
1	1.35	0.22	0.75	Faja de transmisión de motor eléctrico a bomba para impulsión hacia tachos (1er. Nivel).
2	1.00	0.22	0.40	Faja de transmisión de motor eléctrico a bomba para impulsión hacia tachos (1er. Nivel).
3	2.00	0.22	0.80	Cadena de molino en su parte superior (total = 5 resguardos).
4	0.90	0.50	0.70	Eje de motor eléctrico usado para limpieza de caldera 4.
5	1.70	0.35	0.55	Faja de transmisión para el tiro forzado de caldera 4.
6	2.00	0.22	1.15	Faja de transmisión para el tiro inducido de caldera 3.
7	2.00	0.22	1.15	Faja de transmisión para el tiro inducido de caldera 2.
8	1.15	0.22	0.66	Cadena de transmisión para centrífuga continua en el extremo Este.
9	0.90	0.22	0.66	Cadena de transmisión situada dentro del área de centrifugas continuas, cerca del tablero eléctrico.
10	1.10	0.22	0.45	Cadena de transmisión de motor eléctrico a bomba para impulsión hacia filtro de cachaza 1.
11	1.00	0.22	0.45	Cadena de transmisión ubicada en el extremo norte del filtro de cachaza 1.
12	1.10	0.22	0.55	Cadena de transmisión ubicada en el tanque que lleva la cachaza hacia el filtro 1.
13	1.10	0.22	0.75	Cadena de transmisión ubicada en cristalizador de masa de 3a. (total = 5 resguardos).
14	0.95	0.22	0.55	Cadena de transmisión ubicada en la parte norte del clarificador de jugo.
15	0.80	0.22	0.50	Cadena de transmisión ubicada en la parte sur del clarificador de jugo.
16	0.85	0.22	0.35	Cadena de transmisión ubicada en la secadora.
17	1.35	0.22	0.35	Faja de transmisión ubicada en el ventilador cercano a la secadora.
18	1.35	0.22	0.40	Faja de transmisión ubicada al Este del ventilador que está cerca de la secadora.
19	1.15	0.22	0.50	Cadena de transmisión ubicada en el cristalizador de masa de 1a. (parte norte).
20	0.80	0.22	0.50	Cadena de transmisión cristalizador de masa de 1a. (total = 4 resguardos)

Recursos y presupuesto

Lámina de hierro:

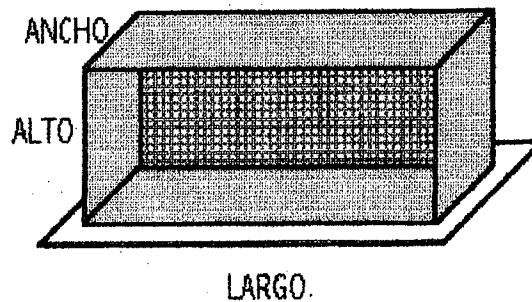
- Largo: 373.92 pies
- Ancho: 1.84 pies
- Grosor: 1/16"

Malla:

- Largo: 121.36 pies
- Ancho: 2.63 pies

Costo Total: Q 5,200.00

Fig. 17. Diseño de resguardo para máquinas



Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/98

7.16 Recomendación para el mejoramiento de andamios, escaleras y barandas en fábrica

Justificación

Parte de estas instalaciones están construidas de madera, la que con el uso y con el tiempo se ha ido deteriorando necesitándose ya una mejora. Así también, hacen falta sujeciones seguras de las escaleras y también pintar las barandas de las mismas.

Procedimiento

- ✓ Observar en forma directa las condiciones en que se encuentran los andamios, escaleras y barandas en lo relativo a: materiales y características de construcción, nivel de seguridad, decoración (pintura).
- ✓ Recomendar acciones tendientes a mejorar el estado actual de andamios, escaleras y barandas.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios.
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Area beneficiada (colaborador)

Acciones

- ✓ Colocación de 1 grada que hace falta en la escalinata del primer nivel, para subir a los tanques de azufre. La grada puede ser de madera.
- ✓ Acuñar el pie falso unido al piso, de las escaleras metálicas que comunican patio de caña con molinos.
- ✓ Colocar una grada metálica saliente en el medio de una acera alta de concreto, que comunica patio de caña con molinos.
- ✓ Cambio de la madera usada como andamio y gradas, en los alrededores de clarificadores de jugo.
- ✓ Sujetar aun mejor los andamios metálicos, de tal manera que no se aflojen o no se sienta inseguridad al caminar; así también, tratar la manera de ir cambiando los andamios y escaleras de madera, con sustitutos metálicos.
- ✓ Debe procurarse que las escaleras no tengan una abertura mayor de 45 grados (ángulo medido desde el suelo hacia la escalera).
- ✓ Pintar todas las barandas de escaleras y pasillos con pintura de color amarillo fuerte para que sean bien identificadas. Q 75.00/galón de pintura de aceite.

Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/98

7.17 Recomendación para la codificación de tubería e instalaciones de fábrica

Justificación

Para que cada trabajador conozca sin equivocación las instalaciones, así como los líquidos y gases que se conducen en las tuberías, se hace necesaria una codificación de colores que trae ventajas de seguridad para él, así como un ordenamiento visual de la fábrica.

Procedimiento

- ✓ Conocer las condiciones actuales en cuanto a la codificación de colores de tubería e instalaciones existentes en fábrica.
- ✓ Proponer una codificación de colores de tuberías e instalaciones, de tal manera que puedan identificarse correctamente.
- ✓ Si la actividad se llevase a cabo, es necesario que se proporcione a los supervisores el listado de colores y los lugares a los que se apliquen, para que los conozcan y lo hagan saber al personal operativo.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Area beneficiada (colaborador).

Codificación de colores

1. Tubería en general

1.1 Vapor: tubería aislada con cubierta metálica.

- 1.1.1 Alta presión (250 psig): Aluminio con anillos blancos(cubierta)
- 1.1.2 Baja presión (20 psig): Aluminio con anillos amarillos(cubierta)
- 1.1.3 Menor presión: Aluminio con anillos verdes (cubierta)

1.2 Vapor: tubería aislada pero sin cubierta metálica.

- 1.2.1 Alta presión (250 psig): Rojo con anillos blancos
- 1.2.2 Baja presión (20 psig): Rojo con anillos amarillos
- 1.2.3 Menor presión: Rojo con anillos verdes

1.3 Agua:

- 1.3.1 Fría, cruda: Verde tierno con anillos amarillos
- 1.3.2 Fría, tratada: Verde tierno con anillos blancos
- 1.3.3 Caliente, cruda: Verde oscuro con anillos amarillos
- 1.3.4 Caliente, tratada: Verde oscuro con anillos blancos
- 1.3.5 Caliente, condensada: Verde oscuro con anillos azules
- 1.3.6 Mezclada: Verde oscuro con anillos rojos

1.4 Aire comprimido:

- 1.4.1 Aire general de planta: Azul marino con anillos rojos
- 1.4.2 Aire para instrumentos: Azul marino con anillos blancos

1.5 Gases:

- 1.5.1 Gases en general: Amarillo

1.6 Vacío:

1.6.1 Vacío: Gris

1.7 Oxidos:

1.7.1 Oxidos: Negro

1.8 Aceite:

1.8.1 Aceite: Pardo

1.9 Distribución eléctrica:

1.9.1 Tableros eléctricos: Azul intenso

1.9.2 Tubería: Azul intenso

1.10 Jugo de caña:

1.10.1 Crudo: Naranja sin anillos

1.10.2 Imbibido: Naranja con anillos azules

1.10.3 Encalado frío: Naranja con anillos blancos

1.10.4 Encalado caliente: Naranja con anillos rojos

1.10.5 Clarificado: Naranja con anillos amarillos

1.10.6 Filtrado claro: Naranja con anillos verde tierno

1.10.7 Filtrado turbio: Naranja con anillos verde oscuro

1.11 Otros:

1.11.1 Mieles A: Carmelita claro con anillos blancos

1.11.2 Mieles B: Carmelita claro con anillos amarillos

1.11.3 Mieles C: Carmelita claro con anillos rojos

1.11.4 Magma: Carmelita claro con anillos negros

1.11.5 Masa cocida A:	Celeste con anillos blancos
1.11.6 Masa cocida B:	Celeste con anillos amarillos
1.11.7 Masa cocida C:	Celeste con anillos rojos
1.11.8 Lechada de cal:	Blanco sin anillos
1.11.9 Soda cáustica:	Blanco con anillos rojos
1.11.10 Acido:	Blanco con anillos amarillos
1.11.11 Coagulantes:	Blanco con anillos verdes
1.11.12 Drenaje:	Morado oscuro sin anillos

2. Instalaciones

2.1 Patio de caña:

2.1.1 Descargadores de caña:	Amarillo
2.1.2 Grúa radial:	Amarillo
2.1.3 Mesas de caña:	Verde oscuro
2.1.4 Conductores de caña	Verde oscuro

2.2 Fabricación:

2.2.1 Tanques de alcalizado:	Amarillo
2.2.2 Estructuras:	Rojo
2.2.3 Tanques de preparación de cal:	Blanco
2.2.4 Calentadores de jugo:	Blanco
2.2.5 Clarificadores:	Blanco
2.2.6 Filtros de cachaza:	Verde oscuro
2.2.7 Tachos:	Blanco
2.2.8 Evaporadores:	Amarillo
2.2.9 Condensadores:	Verde oscuro
2.2.10 Secadora:	Blanco

2.2.11 Graneros:	Crema
2.2.12 Semilleros:	Crema
2.2.13 Tanques de mieles:	Crema
2.2.14 Tanques de agua:	Verde oscuro
2.2.15 Cristalizadores:	Crema
2.2.16 Centrifugas de A y B	Celeste
2.2.17 Centrifugas de C	Celeste
2.2.20 Gusanos y elevadores de azúcar:	Azul

3. Edificios

3.1 Paredes:	Blanco
3.2 Estructuras:	Rojo
3.3 Pasamanos de escaleras y pasillos:	Amarillo

4. General

4.1 Motores eléctricos:	Gris
4.2 Reductores de velocidad:	Gris
4.3 Bombas:	Verde oscuro
4.4 Turbinas:	Aluminio
4.5 Calderas:	Rojo
4.6 Ventiladores:	Celeste

4.7 Molinos:

- | | |
|-----------------|----------|
| 4.7.1 Molino 1: | Violeta |
| 4.7.2 Molino 2: | Verde |
| 4.7.3 Molino 3: | Naranja |
| 4.7.4 Molino 4: | Amarillo |
| 4.7.5 Molino 5: | Azul |

Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/98

7.18 Recomendación para la colocación de luces de emergencia en fábrica y T.M.T.

Justificación

Cuando hay falta de fluido eléctrico en el Ingenio, y en el espacio de tiempo necesario para arrancar la planta eléctrica, se necesitan lámparas de emergencia para iluminar los trabajos que se realizan.

Procedimiento

- ✓ Investigar la necesidad de luces de emergencia en fábrica y T.M.T.
- ✓ Recomendar la instalación de ellas determinando los lugares específicos y el modelo.
- ✓ Cotizar precios de las lámparas en casas comerciales.
- ✓ Proceder a la compra de las lámparas de emergencia.
- ✓ Asignar e instalar las lámparas en los lugares designados.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos y presupuesto

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
19	Lámparas de emergencia marca DUAL LITE	Q 451.60	Q8,580.40
200	Metros de cable conductor forrado	Q 1.00/metro	Q 200.00

Distribución de las lámparas

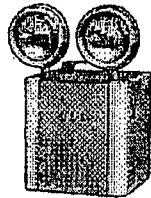
1. En fábrica:

- Bodega de azúcar
- Bodega de azúcar
- Turbogeneradores
- Tornos de mazas
- Taller Industrial
- Motores eléctricos
- Evaporadores
- Tachos
- Patio de caña
- Calderas
- Sala de reparaciones eléctricas, con vista hacia el Norte
- Clarificadores
- Abastecimiento de azufre 1er. nivel.

2. En T.M.T.

- Edificio de trabajo cercano a oficinas de maquinaria.
- Taller techado de trabajo parte Norte maquinaria.
- Taller techado de trabajo parte Sur maquinaria.
- Taller de reparación y fabricación de baterías taller mecánico.
- Taller techado de trabajo parte Norte taller mecánico.
- Taller techado de trabajo parte Sur taller mecánico.

Fig. 18. Diseño de lámpara de emergencia



Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/98

7.19 Recomendación para la colocación de señalizaciones viales en el casco de la finca del Ingenio Tululá

Justificación

Para que exista un orden vial adecuado dentro del Ingenio, evitando los peligros inherentes de tránsito, se hace necesaria la colocación de señalizaciones.

Procedimiento

- ✓ Efectuar un croquis vial del casco de la finca del Ingenio Tululá.
- ✓ Determinar la cantidad y tipo de señalizaciones viales existentes y las que podrían ser colocadas.
- ✓ Cotizar precios de construcción de las señalizaciones viales requeridas en casas de fabricación de las mismas.
- ✓ Proceder a la compra de las señalizaciones.
- ✓ Colocar las señalizaciones viales en los lugares especificados.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos, presupuesto y distribución

Cantidad	Señalización	Costo u.	Costo total	Distribución ref. croquis
13	Alto doble vía	Q 300.00	Q 3,900.00	(1)
2	No estacionar	300.00	600.00	(2)
1	Alto	300.00	300.00	(3)
4	Ceda el paso	300.00	1,200.00	(4)
1	A báscula 1,	600.00	600.00	(5)
1	Ingenio Tzulá (*)	100.00	100.00	(6)
1	(*)Ingenio Tzulá	100.00	100.00	(7)
1	(*)Maquinaria	100.00	100.00	(8)
1	Taller mecánico(*)	100.00	100.00	(9)
1	(*)Culturales	100.00	100.00	(10)
1	(*)Bodega hulera	100.00	100.00	(11)
1	(*)TMT	100.00	100.00	(12)
1	TMT(*)	100.00	100.00	(13)
1	Fábrica(*)	100.00	100.00	(14)
1	(*)RR.H.H., Admón.	100.00	100.00	(15)
1	Bod. De materiales(*)	100.00	100.00	(16)
1	Cocina industrial(*)	100.00	100.00	(17)
1	Entrada	100.00	100.00	(18)
1	Salida	100.00	100.00	(19)

(*) = posición y dirección de la flecha.

Fig. 19. Diseños señalizaciones viales

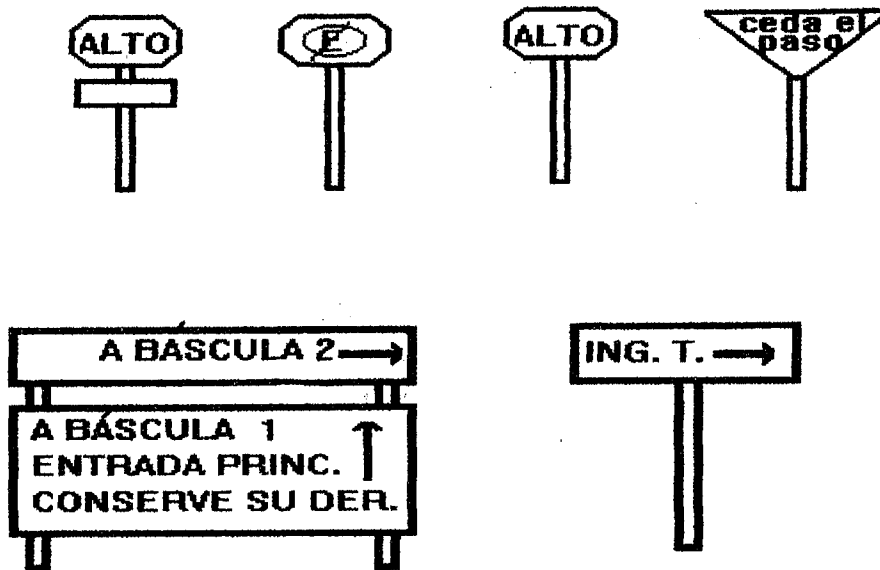
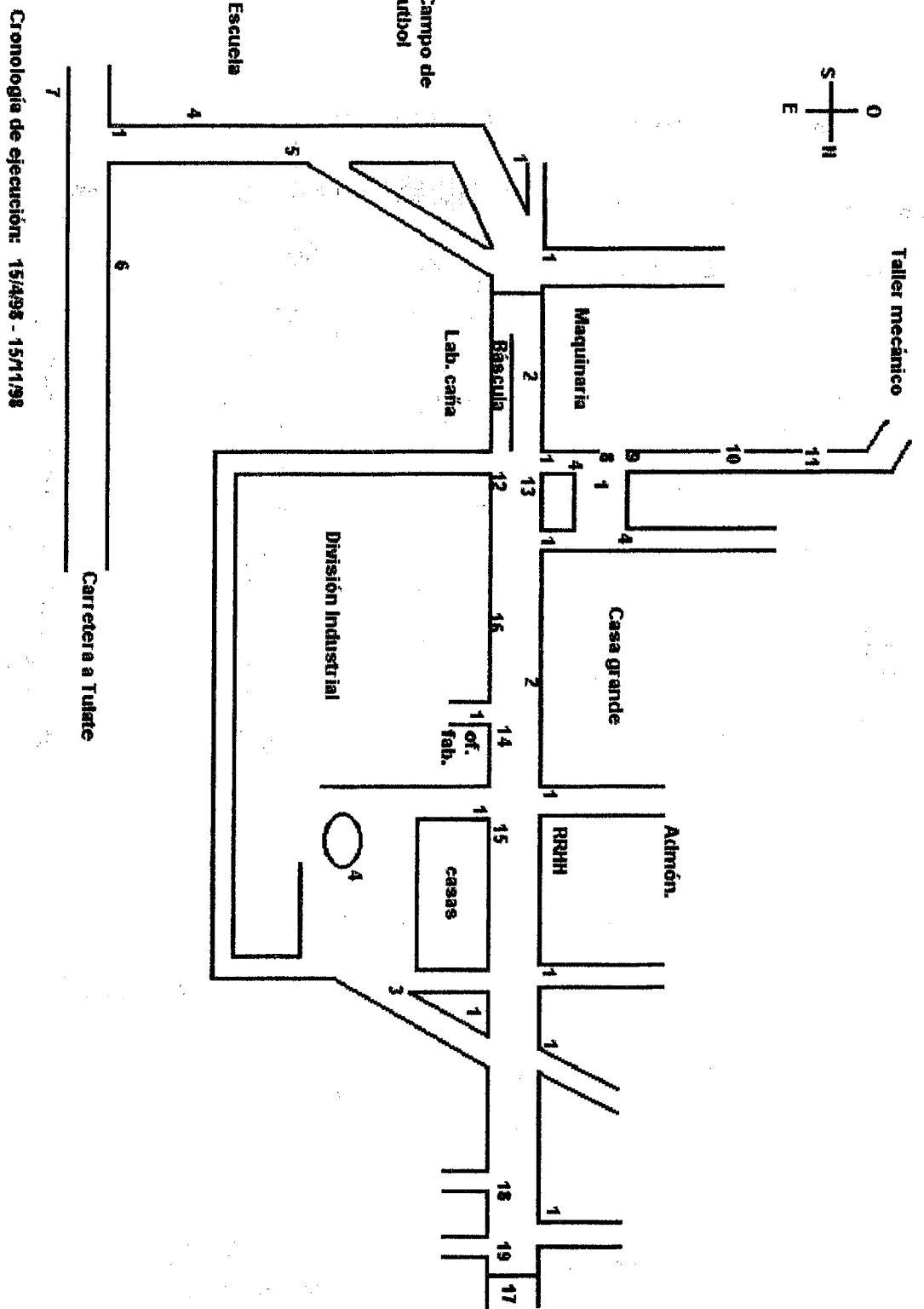


Fig. 20. Croquis vial ingenio



7.20 Recomendación para la formación de la brigada de bomberos del Ingenio Tululá

Justificación

Es preciso iniciar la planeación para la implementación de la brigada de bomberos del Ingenio, puesto que los peligros de accidentes e incendios en el desarrollo de las diversas actividades que se realizan, requieren de un servicio como éste.

Procedimiento

- ✓ Determinar la necesidad y factibilidad de implementar la brigada de bomberos en el Ingenio.
- ✓ Determinar el equipo y personal necesario para la formación de la brigada de bomberos.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios.
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos y presupuesto

Cantidad	Denominación	Costo unitario	Costo total
1	Patrulla de rescate especial		
2	Camillas sencillas para heridos	Q 2,004.00	Q 4,008.00
1	Parigueta para cadáveres	Q 1,500.00	Q 1,500.00
4	Pares de guantes plásticos esterilizados	Q 30.00	Q 120.00
4	Pares de guantes para bombero	Q 347.82	Q 695.64
4	Cascos para bombero	Q 1,524.95	Q 6,099.80
8	Trajes de tela (uniforme para bombero)	Q 200.00	Q 1,600.00
2	Camas literas	Q 800.00	Q 1,600.00
1	Motobomba (recomendable)		
2	Cajas para el equipo de prot. y prev.		
1	Botiquín de primeros auxilios 1/2 galón de agua oxigenada 1/2 galón de mertiolate 10 gazas o bendajes 2 rollo de esparadrapo 2 rollos (libras) de algodón	Q 135.00 Sin medicinas	Q 135.00
1	Extintidor de 10 lb. Blóxido de c.	Q 1,193.50	Q 1,193.50
1	Extintidor de 20 lb. polvo químico	Q 556.85	Q 556.85
2	Trajes especiales para incendio	Q 7,181.46	Q14,362.92

Se puede disponer de un mínimo de 4 personas o bomberos por turno (de 24 horas), de tal manera que dos de ellos cubran los rescates y dos permanezcan en la estación que puede ubicarse cerca de la garita No.1. De acuerdo a esta disposición, se tendrían un total de 8 personas.

Poseer un local con:

- 1 dormitorio para cuatro personas;
- 2 servicios sanitarios, 2 regaderas y 2 hidrantes en las afueras;
- 1 garage;
- 2 cajas para el equipo de protección y prevención; y
- 1 sala para atención de llamadas.

Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/99

7.21 Recomendación para la conformación del comité de seguridad e higiene ocupacional

Justificación

Al no existir un departamento encargado exclusivamente para planear, ejecutar, controlar y evaluar las actividades de seguridad e higiene ocupacional en el Ingenio, se hace necesario reforzar aun más a la sección de Productividad de la División de Recursos Humanos, que desarrolla entre otras actividades los programas de seguridad. Un comité es necesario para llevar a cabo continuamente aquellas actividades administrativas de seguridad e higiene.

Procedimiento

- ✓ Investigar la existencia de un departamento, comité o comisión de seguridad e higiene en el Ingenio Tulumá.
- ✓ Diseñar un modelo de comité de seguridad en las áreas sujeto de estudio (operativas).
- ✓ Solicitar por escrito la presencia de gerentes y supervisores de fábrica, T.M.T., área agrícola y recursos humanos para plantearles la idea de organizar un comité de seguridad e higiene ocupacional, poniendo a su consideración el modelo diseñado.
- ✓ Luego de llegar a un consenso, organizar el comité de seguridad e higiene, determinar y delegar responsabilidades.
- ✓ Proporcionar al comité recién formado, así como a gerentes de división, supervisores y otras personas a considerar, una copia del manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos necesarios

- Material didáctico: Q 80.00
 - * Pliegos de papel
 - * Marcadores
 - * Tinta para marcadores
- Manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional
- Fotocopias del manual Q 1,000.00
- Local y mobiliario
- Humano

Propuesta de conformación del comité de seguridad e higiene ocupacional

Presidente: médico del ingenio.

Secretario: jefe de sección de productividad de recursos humanos.

Vocal 1: supervisor de fábrica.

Vocal 2: supervisor de área agrícola.

Vocal 3: supervisor de T.M.T.

Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/6/98

7.22 Recomendación para la implementación del sistema de monitoreo en riesgo/daño del programa de seguridad e higiene ocupacional

Justificación

Para el buen desarrollo de los programas de seguridad e higiene se necesita de sistemas de almacenamiento de información que permitan conocer datos históricos y se puedan realizar comparaciones en la determinación de niveles de mejoramiento o deficiencia.

Procedimiento

- ✓ Luego de estar formado el comité, delegar responsabilidades de monitoreo en la ejecución de las normas y procedimientos de seguridad a jefes de sección de cada departamento de cada área (fábrica, T.M.T. y campo) para el cumplimiento eficaz del programa de seguridad e higiene ocupacional.
- ✓ Elaboración de un formato general de requisición de información de cada sección referente a sucesos que se puedan dar en determinado momento (accidentes) y características generales para evaluar el programa de seguridad e higiene. En caso de accidentes, debe presentarse al centro de salud la boleta de monitoreo específica para enterar al personal del centro y proceder al tratamiento correspondiente. En el otro caso, el informe será enviado al comité de seguridad (secretario) quien dispondrá de esa información.
- ✓ Tener como segunda fuente de información al centro de salud (informe médico) para llevar un conteo estadístico de accidentes y enfermedades en tiempo de zafra y no zafra.

- ✓ Las boletas de monitoreo de accidentes se enviarán al comité de seguridad (secretario).
- ✓ Implementar un programa computacional de seguridad e higiene ocupacional con las siguientes características:
 - * Que tenga todos los departamentos de las áreas críticas divididos en secciones.
 - * Que para cada sección se tenga un espacio para ingresar toda la información que cada mes los encargados de ellas enviarán, y un espacio para ingresar toda la información de los trabajadores que hayan sufrido accidentes, con sus causas y demás datos.

Responsabilidades

- De la planeación: José Luis Palacios
- De la ejecución:
 - * Coordinador de División de Recursos Humanos (principal)
 - * Areas beneficiadas (colaborador)

Recursos y presupuesto

- Diseño y fotocopias de formatos de requisición de información: Q 40.00
- Programa y equipo de computación: Q 9,000.00
- Humano.

Cronología de ejecución

15/4/98 - 15/11/98

Diseño de formatos

BOLETA DE MONITOREO
PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL
INGENIO TULULÁ, S.A.

DIVISIÓN: _____
DEPARTAMENTO: _____
TURNO: _____ HORARIO: _____ SUPERVISOR: _____
SECCIÓN: _____ ENCARGADO: _____
AÑO: _____ MES: _____ FECHA: _____

ACCIDENTE.

NOMBRE: _____ CODIGO: _____ EDAD: _____

ACCIDENTE LABORAL: _____ ACCIDENTE NO LABORAL: _____

LUGAR ESPECIFICO EN DONDE SUCEDIÓ EL ACCIDENTE:

HORA EN LA QUE SUCEDIÓ: _____

DESCRIPCION DEL ACCIDENTE:

CAUSA: _____

REMITIDO A:

PUESTO DE SALUD: _____ I.G.S.S. _____
OTROS: _____

OBSERVACIONES:

FIRMA ENCARGADO DE SECCIÓN: _____

7.23 Recomendación para la implementación del programa de capacitación en seguridad e higiene ocupacional

Justificación

Es necesario concientizar a los trabajadores acerca de la importancia de la seguridad e higiene en el desarrollo de sus labores, así también capacitarlos en los lineamientos que rigen la seguridad de las labores y en el buen uso de los equipos de protección y prevención. Todo ello para crear y mantener en los trabajadores actitudes seguras de trabajo.

Procedimiento

- ✓ Determinar los temas que serán parte del programa de capacitación en materia de seguridad e higiene ocupacional.
- ✓ De acuerdo a los temas, realizar una planificación de los cursos de capacitación indicando en la misma: curso, instructor, personal y área al que está dirigido el curso (supervisores de sección), hora, día, lugar, fecha de inicio y fecha de finalización.
- ✓ Solicitar por escrito la presencia del personal de las áreas operativas para que se presenten a los cursos de capacitación de acuerdo a la planificación realizada.

Planificación de los cursos

Curso	Instructor	Dirigido a:	Hora	Lugar	Fecha
Sensibilización al manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupac.		Fábrica	15:00-16:00		15, 22 y 29/1/98
		Campo	15:00-16:00		16,23 y 30/1/98
		T.M.T.	15:00-16:00		17, 24 y 31/1/98
Riesgos físicos, químicos, y primeros auxilios.		Fábrica			4, 11 y 18 /6/98
		Campo			5,12 y 19/6/98
		T.M.T.			6,13 y 20/6/98
Uso, conservación, almacenamiento y reposición de equipo de protección personal y de prevención.		Fábrica			10, 17 y 24/9/98
		Campo			11, 18 y 25/9/98
		T.M.T.			12, 19 y 26/9/98
Codificación de colores		Fábrica			3,10 y 17/10/98

Tanto instructores, horarios y lugares deberán ser conocidos con suficiente tiempo de anticipación al desarrollo de los cursos.

7.23.1 Plan de capacitación

“Sensibilización al manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional”

- Objetivo:

Propiciar el conocimiento de todos los lineamientos contenidos en el manual, en todos los trabajadores del Ingenio Tululá, ya que este manual es la base que rege el desarrollo de las actividades laborales bajo un clima seguro.

Justificación:

Es necesario concientizar a los trabajadores acerca de la importancia de la seguridad e higiene en el desarrollo de sus labores, así también capacitarlos en los lineamientos que rigen la seguridad de las labores; todo ello para crear y mantener en los trabajadores actitudes seguras de trabajo.

Planeación:

- * Determinar y elaborar el contenido a impartir y distribuir a las personas asistentes (supervisores de sección de áreas operativas, principalmente).
- * Determinar las fechas y horas específicas a la que se impartirá la charla al personal de las áreas operativas.
- * Determinar el salón y los materiales a utilizar en la sesión.
- * Solicitar por escrito la presencia de los trabajadores de las áreas operativas, para realizar la sesión en la fecha y hora establecida.

Contenido por desarrollar:

7.23.1.1 Introducción a la seguridad e higiene en el trabajo

7.23.1.1.1 Generalidades

Las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo en muchos países en vías de desarrollo reflejan que la salud y bienestar de los trabajadores se ven deteriorados por las malas condiciones en las que realizan las actividades: exposición a sustancias y situaciones peligrosas, introducción de tecnologías desconocidas y nuevos productos, jornadas de trabajo prolongadas, ritmo de

trabajo excesivo y agotador, etc., hechos estos que incrementan, entre otras cosas, el absentismo y la baja productividad.

En las actividades que se desarrollan en las áreas rurales, la preocupación por el mejoramiento de las condiciones y medio ambiente de trabajo es mucho menor que en las áreas urbanas. Esta situación se da por diversas circunstancias, entre las que sobresalen, la falta de una organización de los trabajadores que se preocupe y vele por el mejoramiento de las condiciones de trabajo, el temor de los trabajadores a señalar los posibles factores de riesgo, las medidas económicas, el desconocimiento, etc., las cuales hacen que los propios trabajadores no se interesen en los aspectos relacionados con la seguridad e higiene y condiciones de trabajo.

Los costos de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales resultan muy elevados, afectando la economía del trabajador, de la organización productiva, y por ende, de la nacional.

La creación de ambientes de trabajo considerando las normas de higiene, seguridad y ergonomía preservan la salud del trabajador, producen bienestar e incrementan la productividad tanto del trabajador como de la empresa.

Las técnicas de prevención requieren de una evaluación detallada de diversos factores, como el tipo y la intensidad del esfuerzo físico (dinámico o estático), de las características ergonómicas de diseño de la maquinaria y herramientas, la temperatura, humedad, iluminación, radiaciones, niveles de ruido y vibraciones, agentes biológicos, el trabajo con sustancias peligrosas, los métodos de trabajo y el ambiente psicológico.

7.23.1.1.2 Condiciones de trabajo y productividad

Tal como lo hemos mencionado anteriormente, la ocurrencia de accidentes y enfermedades ocupacionales es uno de los factores que afectan la productividad de la empresa.

Es así que, para el análisis de la productividad, se examinan factores internos, es decir, los factores que pueden ser controlados por los directores de las empresas. Este análisis incluye los recursos o insumos utilizados en el proceso productivo, entre estos:

- Terrenos y edificios.
- Materiales (materias primas y materias auxiliares)
- Energía (electricidad, gas, petróleo, energía solar)
- Máquinas y equipos (de procesos, transporte y manipulación, acondicionamiento de aire, plantas de fuerza, etc.)
- Recursos humanos

La utilización de todos estos recursos, incluidos el capital, determinan la productividad de la empresa, o sea la relación entre producción e insumos.

Para lograr un incremento de la productividad se tienen que reducir los tiempos improductivos, que forman parte del contenido del trabajo básico y suplementario.

Con la utilización de las técnicas del estudio del trabajo, principalmente las del "estudio de métodos de trabajo" y "la medición del trabajo", se pueden analizar las fallas que se le presentan a la organización, descubriendo cuáles

son las deficiencias que dan origen a los problemas con miras de presentar alternativas de solución.

El estudio de métodos "es el registro y exámen crítico sistemático de los modos de realizar las actividades, con el fin de efectuar mejoras"; mientras que, la medición del trabajo está relacionada con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con una tarea u operación y las normas de tiempo para ejecutar la operación de una manera mejorada.

Con el pasar del tiempo se ha ido reconociendo la interdependencia que hay entre las condiciones de trabajo y la productividad. Los ambientes de trabajo peligrosos no sólo constituyen la causa de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, sino que la insatisfacción de los trabajadores cuyas condiciones de trabajo no están adaptadas a su nivel cultural y social actual, disminuyen la cantidad y calidad de la producción y un mayor absentismo.

Aproximadamente el 30% de todos los accidentes se dan en operaciones de manipulación, y con el estudio del trabajo se puede analizar y reducir el número de operaciones y el trayecto de productos, disminuyendo de esta manera la frecuencia de esos accidentes.

7.23.1.2 Definiciones

7.23.1.2.1 Políticas

Son líneas generales de conducta que deben establecerse con el fin de alcanzar sus objetivos. Es una guía que indica el camino para facilitar las decisiones.

7.23.1.2.2 Normas

En un sentido estricto, norma de seguridad es un concepto de obligado cumplimiento que se establece, se divulga y se impone para determinar el comportamiento que se debe seguir o al que se deben ajustar las operaciones y la forma de actuación del trabajador, para evitar o minimizar los peligros de accidentes.

Cabría suponer que las normas legales son suficientes para prevenir los múltiples peligros que pueden aparecer en una industria o centro de trabajo, pero ello no es así. Las empresas deben dictar sus propias normas de seguridad e higiene, ajustándolas a sus necesidades reales, con el objetivo de concretar lo que les afecta legalmente y complementar lo que esa legislación nunca podrá contemplar, ya sea por su especificidad o por no adaptarse al nivel de seguridad que la empresa puede alcanzar.

7.23.1.2.3 Procedimientos

Tienen como fin estandarizar los métodos, a modo de obtener un máximo de seguridad y eficiencia en la realización; intentan uniformar la conducta de los subordinados a fin de poder predecirla con mayor precisión.

7.23.1.3 Contenido del manual

7.23.1.3.1 Políticas de seguridad e higiene ocupacional

7.23.1.3.2 Normas en áreas operativas

A) Normas aplicables en fábrica, T.M.T. y área agrícola

- Obligación de los patrones
- Obligación de los trabajadores
- Trabajo de mujeres gestantes y en período de lactancia
- Trabajo de menores
- Cuidado de los equipos
- Orden y limpieza
- Sustancias químicas
- Almacenamiento de materiales
- Ruido y vibraciones
- Calor
- Iluminación
- Ventilación
- Equipo de protección personal
- Servicios para los trabajadores:
 - Servicios sanitarios
 - Lavamanos y duchas
 - Vestuarios
 - Comedores
 - Botiquín
- Edificios y locales

B) Otras normas aplicables en fábrica y T.M.T.

- Herramientas
- Procesos de soldadura y corte
- Resguardos
- Trabajos de electricidad

C) Otras normas aplicables en fábrica

- Máquinas
- Patio y Molinos de caña
- Calderas
- Fabricación
- Instrumentación, andamios y escaleras
- Cuerdas y equipo de izar

D) Otras normas aplicables en T.M.T.

E) Otras normas aplicables en el área agrícola

- Hulera
- Siembra de caña
- Plagas, fertilización y control de malezas
- Corte de caña
- Alce

F) Evacuaciones

- Salidas y escapes
- Protección contra incendios
- Inundaciones

G) Organización de la seguridad e higiene en el trabajo

- Comité de seguridad e higiene en el Ingenio Tululá
- Sistema de monitoreo y control en riesgo daño
- Capacitación
- Servicios preventivos de seguridad e higiene en el trabajo

7.23.1.3.3 Procedimientos generales de seguridad e higiene ocupacional

- Manejo y almacenamiento de materiales
- Herramientas
- Procesos de soldadura y corte
- Electricidad
- Incendios
- Temblores
- Inundaciones

7.23.1.3.4 Sanciones

7.23.1.3.5 Disposiciones Finales

7.23.1.4 Ejecución

- Iniciar la sesión repartiendo a los asistentes una copia tanto del material a desarrollar en la charla, como del manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional.
- Luego, magistralmente, denotar la importancia de la seguridad e higiene en los centros de trabajo para después relacionar las condiciones de trabajo con la productividad.
- Dar definiciones de los conceptos: política, norma y procedimiento; los cuales deben ser bien asimilados y diferenciados por los asistentes para entender de mejor manera el manual.
- Posteriormente, y como punto más importante, dar a conocer en formato índice el contenido resumido del manual de seguridad, indicando para cada apartado algunas ideas y su importancia.
- Los asistentes pueden dar a conocer sus comentarios y dudas para enriquecer la reunión y el manual.
- El propósito de entregar una copia del manual es para que los asistentes, en su tiempo libre, lean detenidamente los lineamientos que para su trabajo en particular se hallan desarrollado, para que hagan las modificaciones necesarias y a la vez los conozca más detalladamente. Luego, la copia del manual será entregada (en fecha predefinida durante la sesión) para hacerle los arreglos correspondientes. El trabajador no debe limitarse únicamente a leer y dar opiniones acerca de los lineamientos relacionados a su labor.

- El manual ya modificado y aprobado se da a conocer públicamente a todos los trabajadores del Ingenio, principalmente a los de las áreas operativas.

7.23.1.5 Resultados

- Conciencia general acerca de la importancia de la seguridad e higiene y la necesidad de normarla en los centros de trabajo.
- Conocimiento y fortalecimiento del manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional, por parte de los trabajadores asistentes al curso.
- Conocimiento del manual por parte de todos los trabajadores del Ingenio Tululá, principalmente de las áreas operativas.

**8. OPERACIÓN EFICIENTE DE LAS TURBINAS DE VAPOR DEL INGENIO
TULULÁ, S.A.
ACCIONES DE SEGURIDAD AL OPERARLAS**

8.1 Listado de símbolos

- P_1 = presión absoluta de entrada del vapor (psia).
 P_2 = presión absoluta de salida del vapor (psia).
 T_1 = temperatura de entrada del vapor (F).
 H_1 = entalpía de entrada del vapor (Btu/lb).
 H_2 = entalpía de salida del vapor (Btu/lb).
 H_{f2} = entalpía del líquido de salida (Btu/lb).
 H_{fg2} = entalpía de vaporización de salida (Btu/lb).
 $S_1 = S_2$ = entropía del vapor (Btu/lb R).
 S_{f2} = entropía del líquido de salida (Btu/lb R).
 S_{fg2} = entropía de vaporización de salida (Btu/lb R).
 X = título de vapor.
 M_t = consumo de vapor (lb/HP hora).
 E_{ft} = eficiencia térmica de la turbina.

8.2 Glosario

Babitt Material antifricción, aleación de estaño, antimonio, plomo y cobre en diferentes porcentajes que ofrece una buena resistencia al desgaste, siendo usado principalmente en medios rotatorios.

Carcaza Se le llama así a la parte fija de la turbina. Está hecha de hierro fundido y soporta al rotor.

Ciclo Rankine

Ciclo termodinámico reversible, consistente en la sucesión de estados que recorre la sustancia de trabajo (agua) en una máquina de vapor. Aunque es tan sólo una aproximación a la evolución real de la sustancia, permite el estudio de su comportamiento en la máquina, y de una manera mejor que el ciclo de Carnot.

Cuña Elemento mecánico encargado de transmitir potencia de un eje a otro por medio de un acoplamiento.

Curtis C.G. De nacionalidad Americana, desarrolló y perfeccionó las turbinas con escalonamiento de velocidad.

Eficiencia térmica (ciclo Rankine)

Representa el máximo teórico que puede conseguirse con una combinación de caldera-turbina dada. Esta eficiencia máxima es función de la presión de la caldera, de la contrapresión del escape, y del título o grado de recalentamiento. La relación entre la eficiencia térmica real y la del ciclo Rankine se denomina eficiencia de la máquina. La eficiencia de la máquina indica el grado en el que la eficiencia real se aproxima a la ideal.

Entalpía Función de estado (H) cuya variación mide la cantidad de calor suministrada o cedida por un sistema cuando evoluciona a presión constante; tiene las dimensiones de una energía. Su expresión matemática es $H = U + PV$ (U, energía interna del sistema; P, presión; V, volumen).
Potencial termodinámico a presión constante.

Entropía Magnitud que determina el grado de desorden molecular que existen en los sistemas termodinámicos.

Holgura Separación que debe existir entre dos elementos mecánicos para que cumplan los requerimientos necesarios para una buena operación o lubricación.

Presión Fuerza por unidad de superficie ejercida por un medio sobre sus límites. En el caso de los gases la presión es debida al bombardeo de sus límites fijos por las moléculas en movimiento de dichos gases.

Rateau, auguste

Científico Francés que desarrolló la turbina de acción conocida como celular. A él se le atribuye el escalonamiento de presión.

Rotor Conjunto de flecha y rueda que gira sobre las chumaceras soportadas por la carcasa; éste se acopla a la máquina a accionar directamente mediante el uso de un acoplamiento preferiblemente flexible.

- Skin** Rozamiento existente entre el vapor y la superficie de los álabes, lo cual origina pérdidas considerables.
- Tobera** Abertura tubular a través de la cual se lleva a cabo la caída de presión del vapor.

8.3 Tipos de turbinas y principios de funcionamiento

8.5.1 Descripción general

“Las turbinas de vapor se pueden describir como máquinas de vapor de flujo constante, en las cuales se aprovecha la energía térmica para convertirla finalmente en energía mecánica que acciona equipos como: generadores eléctricos, molinos, etc.”³

Comunmente, una turbina consta de cuatro partes esenciales: el rotor en el cual va eje y rueda; la carcaza; las toberas, que van fijas dentro de la turbina; y finalmente la base o “frame”, que soporta a la carcaza y al rotor. Estas máquinas son muy versátiles pudiendo trabajar con cambios significativos en la presión de entrada de vapor, siendo su velocidad regulada por las condiciones de trabajo.

Teóricamente, la energía térmica absorbida por el vapor al recibir el calor de una fuente de energía (caldera), se convierte en energía cinética la cual al pasar por una serie de toberas y álabes, impulsa un rotor, lo que a su vez permite transmitir el movimiento a un eje que necesita ser accionado para producir trabajo. El vapor que entra a la turbina se expande en las toberas y cede su energía a los álabes. Este paso permite que el vapor impulse al rotor de la turbina (fig. 21).

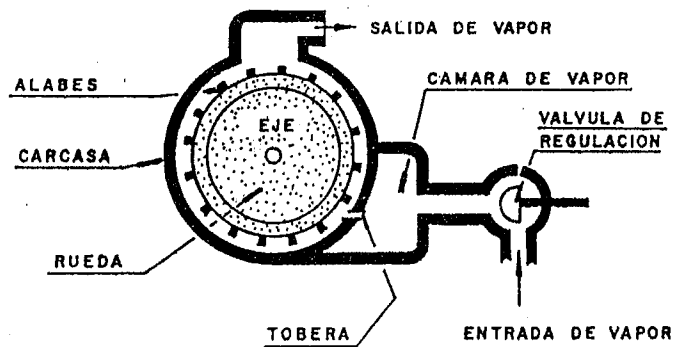


Fig. 21. Esquema básico de una turbina de vapor

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

La energía calorífica del combustible (bagazo) se transforma en energía térmica en la caldera, y esta última forma de energía se cede al agua, la que cambia al estado de vapor a cierta presión y temperatura. Las turbinas de vapor actualmente abarcan un amplio campo que va desde los pocos caballos de fuerza hasta los mil mega watts en muchas centrales eléctricas.

Entre las razones primordiales que permitieron sustituir las funciones de las máquinas de vapor por las de las turbinas, se tiene que ocupan mucho menos espacio, permiten fundiciones pequeñas, bajos costos de mantenimiento y además pueden ser construidas en un sin fin de variedades. La mayor desventaja en el uso de turbinas, es que necesitan de costosos reductores de velocidad. Sin embargo, esta y otras desventajas han sido la base para que se investiguen mejoras en el diseño, las cuales han sido obtenidas experimentalmente.

8.3.2 Partes de una turbina

Las partes que constituyen una turbina varían dependiendo del tipo, así como de la función que vaya a cumplir. A continuación se definen las partes de una turbina de impulso, que es el tipo más común en la industria azucarera. (fig. 22).

1. Palanca del regulador: es la que transmite el movimiento automático del regulador de velocidad a la válvula de admisión del vapor.
2. Regulador: unidad hidráulica que regula la velocidad de la turbina para hacerla autosuficiente, esto va directamente relacionado con el eje de la turbina ya sea en forma horizontal o vertical.
3. Chumacera del lado del regulador: chumacera de bronce con cavidad para cojinete de empuje, ésta y la del otro lado soportan el eje de la turbina.
4. Válvula centinela: válvula que se encarga de aliviar la presión en la cámara de la rueda, con ello previene una sobre presión, la cual sería inevitable.
5. Chumacera del lado opuesto: chumacera plana de bronce, junto a la del lado gobernador, son las encargadas de soportar la rotación del eje de la turbina.
6. Eje de la turbina: flecha sobre la cual está soportada la rueda o ruedas donde van los álabes.
7. Anillos de carbón: regularmente son seis pares, tres a cada lado de las ruedas. Los anillos se encargan principalmente de sellar cualquier fuga de vapor que pudiese tener la turbina.
8. Cámara de vapor: lugar donde se aloja en vapor antes de pasar a las toberas para su expansión.
9. Drenajes de la cámara: conocidas normalmente como purgas, sirven para desalojar residuos de agua que lleva el vapor, al condensarse en las líneas de distribución.

10. Colador de vapor: sirve para detener cualquier cuerpo extraño que podría causar daños a las toberas y a los álabes.
11. Vástago de la válvula reguladora: une directamente la palanca del regulador con la válvula de admisión.
12. Palanca de disparo: consiste en un mecanismo que cierra la entrada de vapor al producirse sobre velocidad o baja presión de aceite en chumaceras.
13. Anillos de lubricación: van ubicados en las chumaceras, pero los utilizan sólo aquellas turbinas que no poseen bomba mecánica de aceite.
14. Conexiones de evacuación de sellos: por estas se evacúa el condensado o el vapor que logró pasar a través de los carbones.
15. Ruedas de la turbina: estas son las que provocan el movimiento de la misma, ya que en ellas van los álabes en la periferia donde choca el vapor.
16. Carcaza de la turbina: ésta es de hierro fundido y es la parte sólida que conforma el exterior de la turbina.
17. Válvulas manuales: estas válvulas sirven para abrir el paso del vapor a toberas extras, con el fin de aumentar la potencia de la turbina.
18. Regulador: éste, como ya se dijo, cumple con la función de controlar la velocidad de la turbina, solo que este es de modelo diferente, ya que va colocado perpendicular al eje.
19. Indicadores de nivel de aceite: éstos sirven para verificar el nivel de aceite de una forma visual y sólo lo poseen las turbinas que tienen anillos de lubricación.
20. Contrapeso de sobre velocidad: es un pequeño pasador, el cual va alojado en el mismo eje de la turbina. Este va saliendo conforme la turbina va tomando velocidad y en el caso de ser ésta muy alta, tocará la palanca de disparo.
21. Drenajes de aceite: sirven para desalojar el aceite usado, el cual ya no cumple con los requerimientos necesarios.

22. Purgas de toberas: son las encargadas de eliminar los condensados que se forman en el anillos de toberas al poner en servicio la turbina.
23. Purgas de la carcaza: éstas desalojan los condensados producidos por el vapor de escape y también se usan sólo al poner en servicio la turbina.
24. Cojinete de empuje: es del tipo de bolas y se localiza del lado donde entra el vapor. Este evita el movimiento axial del rotor de la turbina más allá de los límites predeterminados.
25. Chumaceras principales: éstas soportan el rotor de la turbina, son del tipo de manguito y van rellenas de material anti-frricción (babit). Se consideran que tienen holguras excesivas si alcanzan las 0.004 pulgadas mayor que las holguras de diseño.
26. Acoplamiento: se encarga de trasladar el movimiento de rotación del rotor de la turbina al eje del gobernador; sin él no se tendría control de velocidad de la turbina.

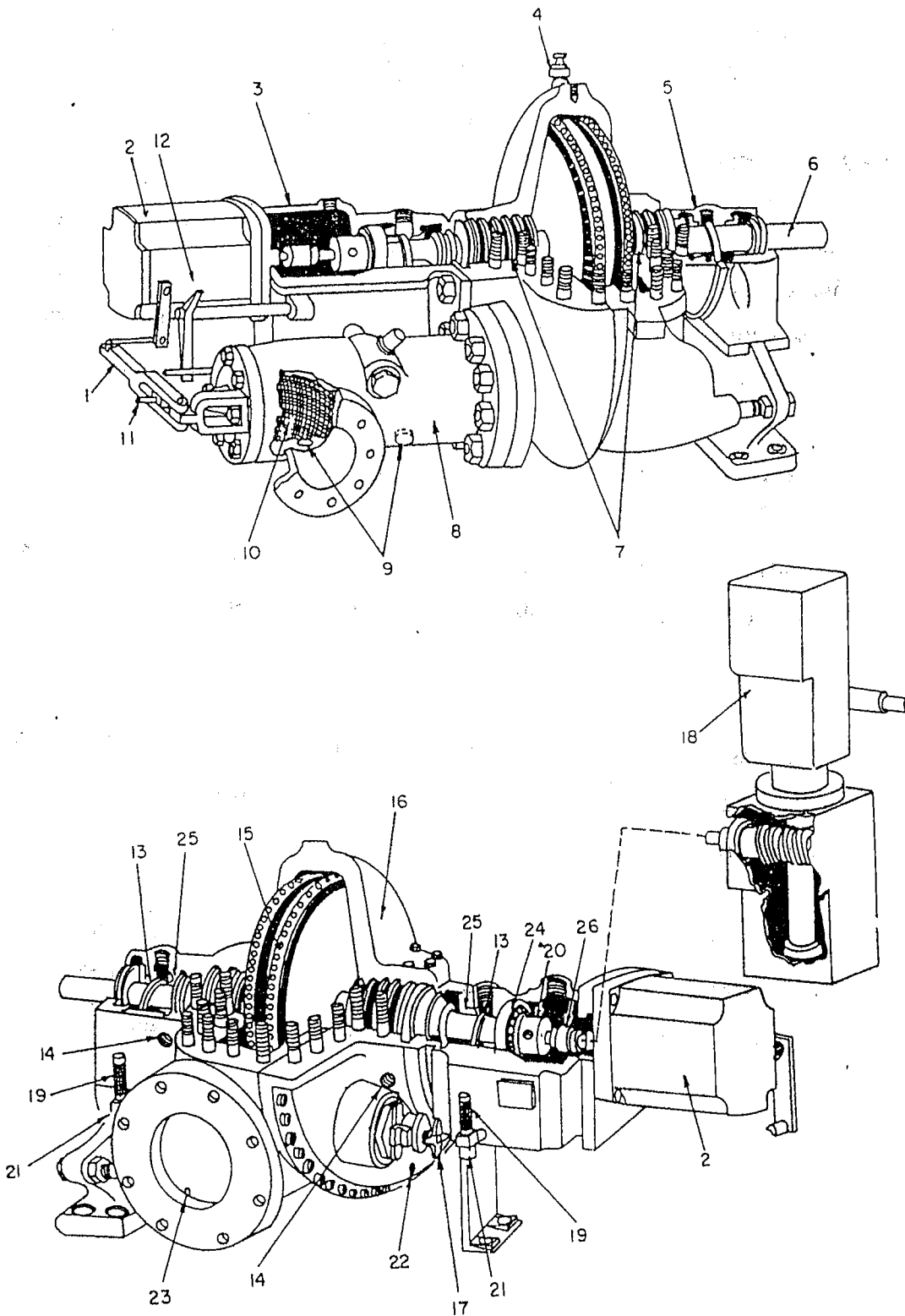


Fig. 22. Partes de una turbina de vapor de impulsión

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

8.3.3 Turbinas de acción y reacción

“Esta clasificación se hace de acuerdo al paso de vapor a través de los álabes. Básicamente, la diferencia entre estos dos tipos de turbina es la forma como se expansiona el vapor, así como el aprovechamiento de la energía cinética del vapor a su paso por la turbina” ⁴

8.3.3.1 Turbinas de acción (impulsión)

En estas turbinas, la expansión del vapor se lleva a cabo en toberas fijas, cediendo su energía cinética a los álabes del rodete, los cuales son móviles (fig. 23).

En las toberas se da toda la caída de presión del vapor, y la energía absorbida por los álabes permite el movimiento de las ruedas, las cuales van unidas al rotor de la turbina.

Las toberas no cubren la totalidad de la periferia de la turbina, razón por la cual en un momento dado, parte de los álabes reciben la acción del chorro de vapor ya que ellos sí cubren la totalidad de la periferia de las ruedas.

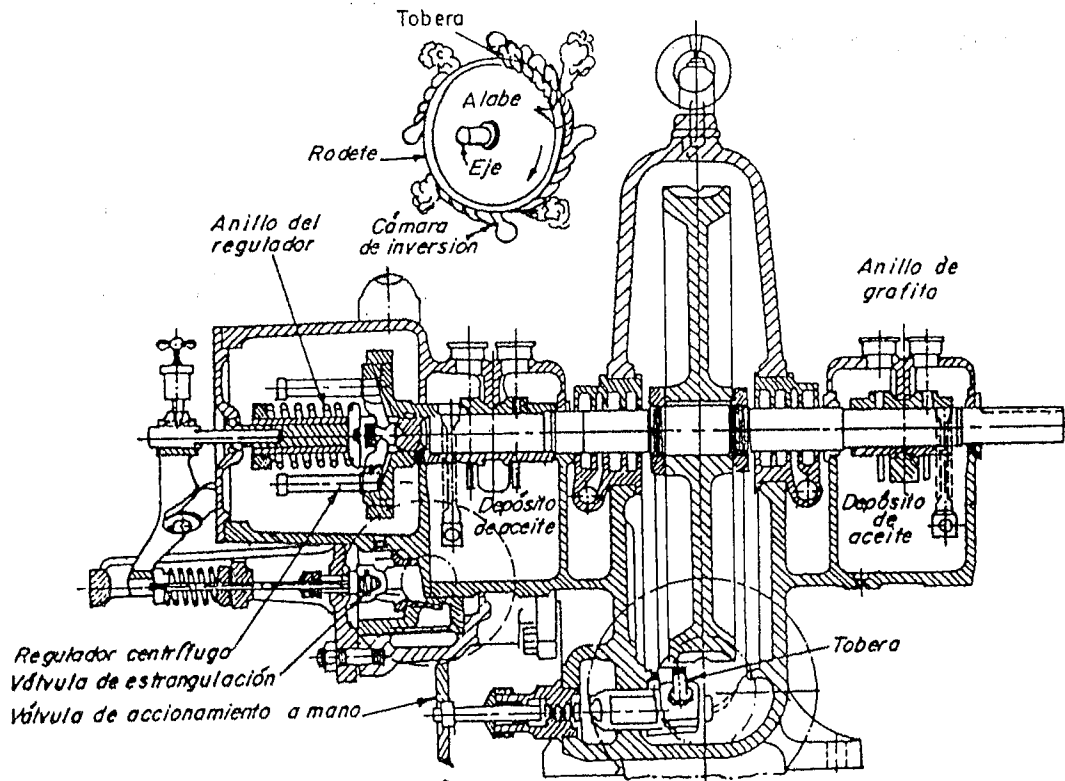


Fig. 23. Turbina de impulsión de una etapa, con regulador

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

Las turbinas llevan entre rueda y rueda, álabes fijos que cambian la dirección del vapor. Por lo anterior, dentro de las mismas turbinas de acción pueden existir variantes según la pérdida de presión que va teniendo el vapor a lo largo de la turbina.

En la figura 24, se muestra un escalonamiento de velocidad curtis, tiene esa forma ya que la turbina va absorbiendo sólo una parte de la energía cinética en cada rueda. Además, la presión de vapor tiene una bajada brusca al ingresar al anillo de toberas, como se esperaba.

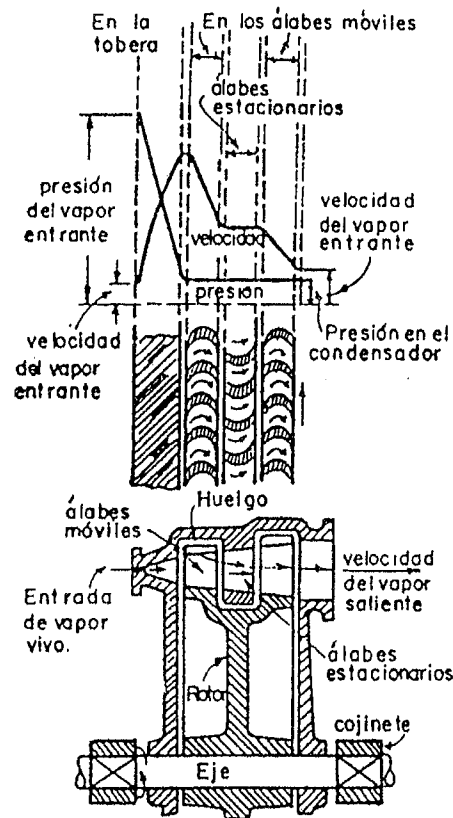


Fig. 24. Turbina con escalonamiento curtis

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

Por el contrario, en la figura 25, se muestra un escalonamiento de presión rateau, el cual se va dando conforme el vapor avanza en la turbina. También se observa que la velocidad del vapor aumenta radicalmente, mientras que la presión va disminuyendo paulatinamente. La capacidad de transformación del escalonamiento curtis es más grande que el rateau, más no su eficiencia.

El escalonamiento curtis tiene una capacidad de absorción de energía mayor que el escalonamiento rateau, razón por la cual los tipos comerciales de turbina se han inclinado más por la primera, utilizándose exclusivamente en la industria azucarera.

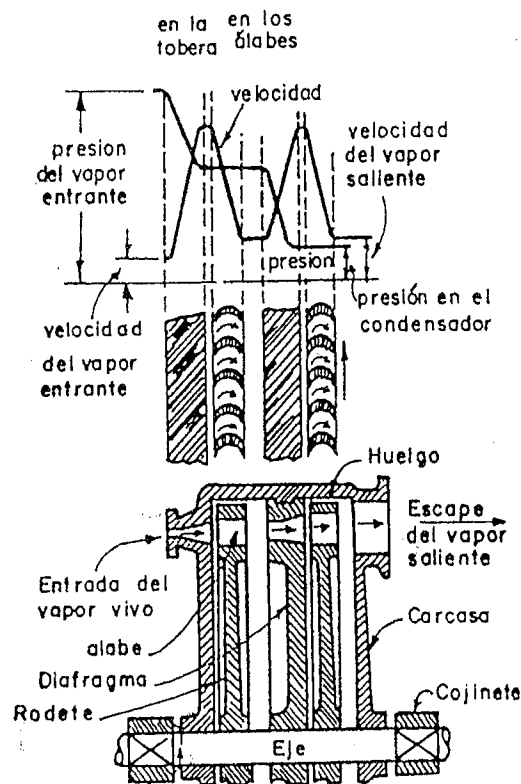


Fig. 25. Turbina con escalonamiento rateau

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

8.3.3.2 Turbinas de reacción

En estas turbinas, la caída de presión se da en los álabes, los cuales tienen una forma especial, siendo también, los que propician el movimiento. Normalmente, se emplean bastantes escalones para poder aprovechar al máximo la expansión de vapor que todavía tenga energía.

En la figura 26, se observa una uniforme caída de presión y una variación de la velocidad debido al diseño de los álabes. Los escalonamientos del tipo reacción, a menudo se usan en los últimos pasos de una gran variedad de turbinas, dada la configuración de los álabes, los cuales son muy diferentes a los del tipo de acción o impulsión.

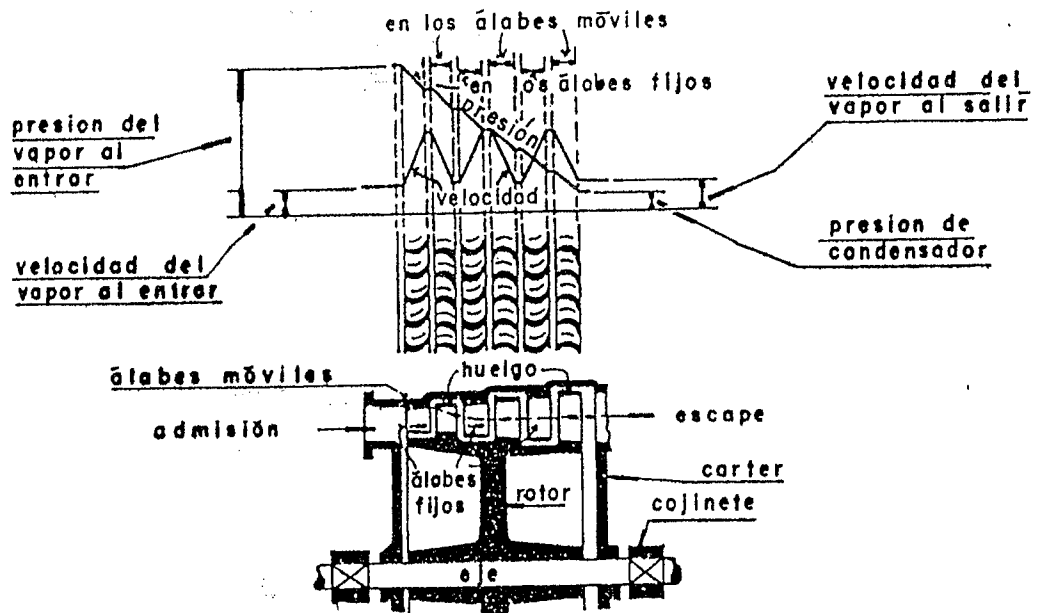


Fig. 26. Turbina de reacción

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

8.3.4 Turbinas de contrapresión y condensación

"Ya se han visto los principales tipos de turbinas según su pérdida de presión a lo largo del rotor. Ahora se enfocará otra importante división, la cual se refiere a las condiciones de salida del vapor de escape"⁵

La Industria azucarera encuentra ventajosa la aplicación del vapor a baja presión, pues utiliza el vapor de escape para el calentamiento del jugo o guarapo de caña, tanto en la sección de evaporadores como en los tachos.

Las centrales termoeléctricas, por el contrario, condensan la totalidad del vapor de escape inmediatamente después de haber pasado por la turbina, completando de esta manera el ciclo del agua al mandarla al área de calderas.

8.3.4.1 Turbinas de contrapresión

Se caracterizan por no tener condensador y el vapor de escape se utiliza en procesos de calentamiento de medios líquidos. Se supone que para obtener una buena eficiencia térmica se debe conservar una presión de vapor lo más constante posible.

La aplicación de este tipo de turbinas es limitado a unidades pequeñas. En la figura 27, se ve una turbina de este tipo, la cual posee gran robustez en sus álabes, ausencia de empujes axiales y amplia holgura entre los elementos que rotan.

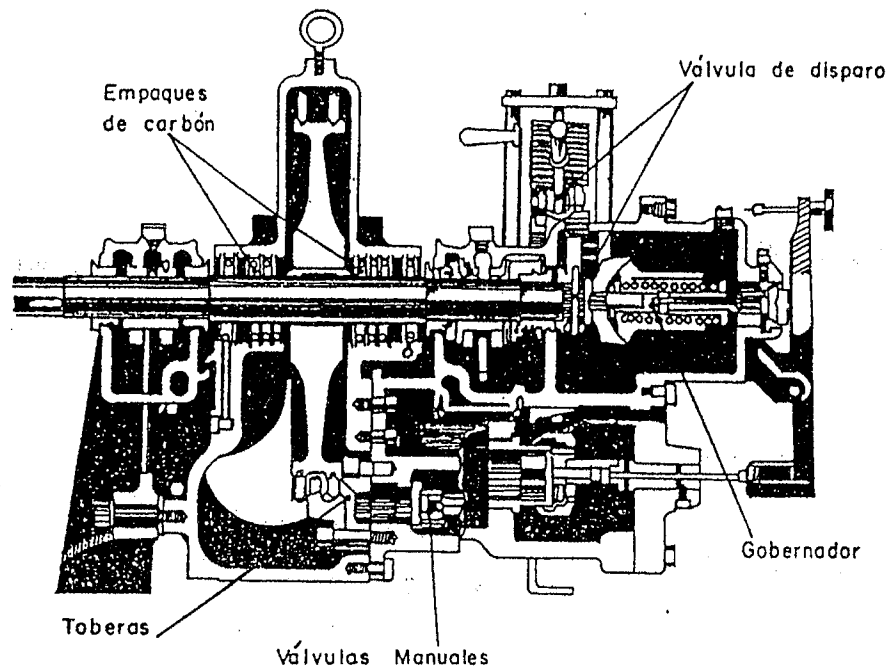


Fig. 27. Turbina del tipo contrapresión

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

8.3.4.2 Turbinas de condensación

Este tipo de turbinas es utilizado cuando se requiere de alta presión inicial. Por lo anterior su eficiencia es alta, pero la producción de vapor de alta presión es cara. La principal característica es que poseen un condensador a la salida del vapor de escape, para enviar estos condensados como agua de alimentación de calderas.

Estas turbinas suelen contar con extracciones de vapor, el cual se aprovecha para calentar otro tipo de elementos térmicos. Entre más extracciones tenga la turbina, más riesgo de baja presión puede presentarse. La figura 28, muestra una turbina de este tipo.

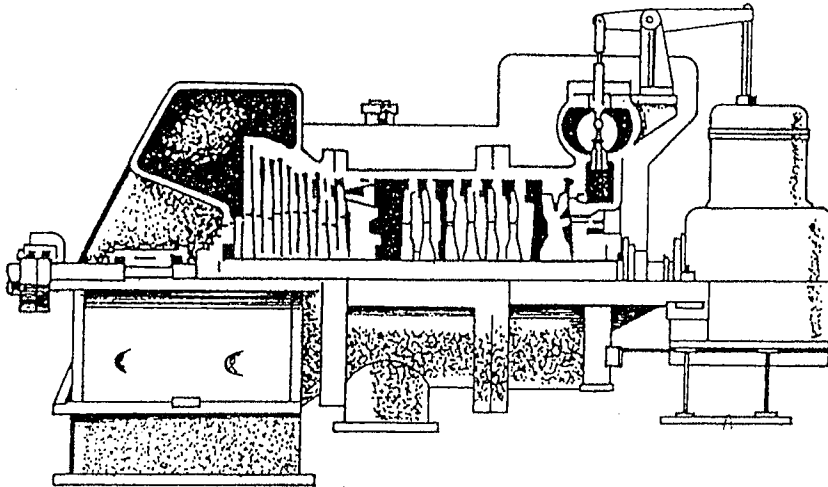


Fig. 28. Turbina del tipo condensación

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

8.4 Utilización de turbinas de impulso en el movimiento de conjuntos mecánicos de ingenios azucareros

Las turbinas de vapor actualmente son bastante utilizadas en los ingenios, desplazando a los motores de vapor y eléctricos.

8.4.1 Bombas de alimentación de calderas

En el caso particular del Ingenio Tuluá, utilizan una bomba de este tipo, accionada por turbina para abastecer a las calderas del agua necesaria a evaporar. De esta manera se logra tener una prevención en el caso de una caída de corriente eléctrica, y así conservar por lo menos una caldera generando vapor.

El uso de una turbina de vapor para accionar una bomba queda plenamente justificado, partiendo del gran consumo de galones de agua por minuto que tienen las grandes calderas, debido a la alta demanda de vapor. Al usar turbina se puede en cierto modo controlar el gasto de la bomba, lo cual sería difícil si la bomba fuera accionada por motor eléctrico.

Otra ventaja es que el acoplamiento entre turbina y bomba es directo, lo cual favorece el poder bombear agua a altas revoluciones, siendo esto muy conveniente para mantener la presión.

8.4.2 Ejes de cuchillas picadoras de caña

En Tuluá se utilizan turbinas para el movimiento de las 3 picadoras existentes, y la razón primordial es que la potencia oscila mucho ya que los ejes pican la caña para moler posteriormente. Dicha caña contiene fibra, la cual influye directamente en la facilidad de quebrar la caña, lo cual redundo en variación de potencia.

En este punto del proceso, los ingenios azucareros han determinado una velocidad ideal entre 500 a 650 RPM para una buena preparación de caña; para ello se utilizan reductores de velocidad acoplados a las turbinas a fin de satisfacer esta necesidad.

8.4.3 Molinos de caña

Existen actualmente cinco molinos de caña movidos por turbinas de vapor en el Ingenio Tuluá. En los molinos es donde la caña se obliga a pasar entre tres cilindros ranurados conocidos como masas para extraer el jugo que se utilizará para la fabricación del azúcar. Cuando más se tiende a agrandar la

producción de azúcar, se incrementa el número o la potencia de los molinos, por lo que se va implementando el uso de la turbina para hacer más eficiente el proceso.

El principal problema que se tiene al utilizar motores eléctricos en lugar de turbinas, es la necesidad de molienda, ya que es corriente variar la velocidad de la misma, dependiendo de las condiciones de fabricación.

8.4.4 Ventiladores de tiro forzado y tiro inducido de calderas

El Ingenio Tululá hace uso de una turbina para mover el ventilador de tiro forzado y una turbina para mover el ventilador de tiro inducido de una de las calderas, ya que así se garantiza el suministro de vapor a la turbina de la bomba de agua de calderas, previendo cualquier corte de energía. De esta manera se pueden tener siempre los niveles adecuados de agua en los domos superiores de las calderas y con ello evitar daños a las mismas, por falta de agua.

Los tamaños de las turbinas dependerán de la cantidad de aire que deba ingresar o gases a extraer, así como de la forma y tamaño de rotores.

8.4.5 Turbogeneradores

Se utilizan cuatro de ellos en Tululá. Su uso es la razón del por qué operan las turbinas eficientemente, así se puede obtener la presión adecuada para las turbinas, ya que generalmente las mismas tienen menos tolerancias a la variación de condiciones de vapor.

8.5 Cálculo de eficiencias térmicas y consumos de vapor de las turbinas utilizadas en el Ingenio Tululá, S.A.

En este apartado se hacen los cálculos para determinar las entalpías, entropías, eficiencias y consumos de vapor de funcionamiento teórico y real, asumiendo una expansión isoentrópica en las turbinas, por lo que se aplica el ciclo Rankine (anexo 2) que representa el funcionamiento ideal de dichas turbinas.

8.5.1 Cálculos para el funcionamiento teórico

Se han tomado los datos de placa de las 15 turbinas que funcionan en el Ingenio Tululá, S.A. para dar movimiento a diferentes equipos. Estos datos se muestran en la tabla VI.

Conociendo la presión absoluta de entrada de vapor (P_1 en psia) y su temperatura absoluta de entrada (T_1 en grados fahrenheit), se puede determinar el valor de su entalpía (H_1 en Btu/lb) y entropía (S_1 en Btu/lb R) de entrada, siendo esta última igual a la entropía de salida (S_2) del vapor para que se de la expansión isoentrópica. Estos valores se determinan haciendo uso del Diagrama de Mollier para el vapor.

Para encontrar las eficiencias teóricas de funcionamiento de las turbinas, hacemos uso de las tablas de vapor saturado seco (anexo 3):

- a) Con la presión absoluta de salida (P_2) se obtienen mediante interpolación, la entropía del líquido de salida (S_{f_2}) y la entropía de vaporización de salida (S_{fg_2}) a través de las tablas de vapor saturado seco. Conociendo estas variables, se puede encontrar el título de vapor con la fórmula:

$$S_2 = S_{f_2} + X S_{fg_2}$$

b) De las tablas de vapor saturado seco se obtienen mediante interpolación, la entalpía del líquido de salida (H_{f_2}) y la entalpía de vaporización de salida (H_{fg_2}) conociendo P_2 .

c) Se obtiene la entalpía total de salida de vapor H_2 con la fórmula:

$$H_2 = H_{f_2} + X H_{fg_2}$$

d) Con los datos H_1 , H_2 y H_{f_2} se obtiene la eficiencia térmica de la turbina según el ciclo Rankine:

$$E_{ft} = (H_1 - H_2) / (H_1 - H_{f_2})$$

e) El consumo de vapor (M_t en lb/HP hora) para el funcionamiento teórico de la turbina se determina mediante la fórmula:

$$M_t = 2527.51 / (H_1 - H_2)$$

La tabla VII, muestra los resultados obtenidos.

Tabla VI. DATOS DE PLACA DE LAS TURBINAS DE VAPOR DEL INGENIO TULULA, S.A.

No.	LUGAR	MARCA	POTENCIA (HP)	RPM	P.ENT. (PSIg)	P.ENT. (PSIa)	T.ENT. (F)	P. SAL. (PSIg)	P. SAL. (PSIa)
1.	Picadora	Terry 1et.C.	700	3600	110	124.7	344	10	24.7
2.	Picadora	Westinghouse 1et.C.	400	4000	125	139.7	450	20	34.7
3.	Picadora	Westinghouse 1et.C., 3et. R.	750 kw	3600	175	179.7	378	10	24.7
4.	Molino	Elliot 1et.	700	3600	110	124.7	344	10	29.7
5.	Molino	Dresser Rand 1et.C.	600	4000	250	264.7	415	15	29.7
6.	Molino	Dresser Rand 1et.C.	600	4000	250	264.7	415	15	29.7
7.	Molino	Dresser Rand 1et.C.	500	3600	250	264.7	415	15	29.7
8.	Molino	Dresser Rand 1et.C.	600	4000	250	264.7	415	15	29.7
9.	Vent. Tiro F. C.	Worthington 1et.C.	260	3600	180	194.7	380	20	34.7
10.	Vent. Tiro I. C.	Worthington 1et.C.	260	3600	180	194.7	380	20	34.7
11.	Agua Alim. C.	Turbodyne 1et.C.	300	4000	125	139.7	450	20	34.7
12.	Turbogenerador	Westinghouse 3et.R.	1500 kw	4719	190	204.7	425	50	64.7
13.	Turbogenerador	Westinghouse 1C, 1C, 2R, 5R.	2500 kw	3600	325	339.7	600	-27.92" Hg	2" Hg. abs
14.	Turbogenerador	Worthington	400 kw	4650	150	164.7	366	5	19.7
15.	Turbogenerador	Worthington	400 kw	4650	150	164.7	366	5	19.7

et. C. = etapa Curtis

et. R. = etapa Rateau

Presión absoluta de entrada = P_1

Temperatura de entrada = T_1

Presión absoluta de salida = P_2

Algunos fabricantes presentan otras unidades de medida para la potencia y presión en los datos de placa.

Psig = presión manométrica.

Tabla VII. RESULTADOS DE FUNCIONAMIENTO TEORICO

No.	H ₁ Btu/lb	S ₁ = S ₂ Btu/lb R	Sf ₂ Btu/lb R	Sfg ₂ Btu/lb R	X	Hf ₂ Btu/lb	Hfg ₂ Btu/lb	H ₂ Btu/lb	Eft. %	Mt lb/HP h.
1	1192	1.5900	0.3510	1.3657	0.9072	206.91	953.10	1071.56	12.23	20.99
2	1250	1.6490	0.3794	1.3093	0.9697	226.98	939.75	1138.26	10.92	22.62
3	1205	1.5600	0.3510	1.3657	0.8852	206.91	953.10	1050.59	15.47	16.37
4	1192	1.5900	0.3510	1.3657	0.9072	206.91	953.10	1071.56	12.23	20.99
5	1208	1.5300	0.3672	1.3332	0.8722	218.22	945.65	1043.02	16.67	15.32
6	1208	1.5300	0.3672	1.3332	0.8722	218.22	945.65	1043.02	16.67	15.32
7	1208	1.5300	0.3672	1.3332	0.8722	218.22	945.65	1043.02	16.67	15.32
8	1208	1.5300	0.3672	1.3332	0.8722	218.22	945.65	1043.02	16.67	15.32
9	1203	1.5550	0.3794	1.3093	0.8979	226.98	939.75	1070.78	13.55	19.12
10	1203	1.5550	0.3794	1.3093	0.8979	226.98	939.75	1070.78	13.55	19.12
11	1250	1.6490	0.3794	1.3093	0.9697	226.98	939.75	1138.26	10.92	22.62
12	1225	1.5710	0.4338	1.2044	0.9442	267.14	911.83	1128.09	10.12	26.08
13	1312	1.6190	0.1310	1.8495	0.8045	68.85	1036.6	902.79	32.92	6.18
14	1196	1.5680	0.3345	1.3989	0.8818	195.37	960.68	1042.50	15.34	16.47
15	1196	1.5680	0.3345	1.3989	0.8818	195.37	960.68	1042.50	15.34	16.47

8.5.2 Cálculos para el funcionamiento real

Como se opera a un estándar de presión de 250 psig (264.7 psia), la temperatura de saturación a esta presión sería 406.87 grados fahrenheit. Las turbinas Dresser Rand que trabajan a 250 psig, tienen una temperatura de diseño de 415 grados fahrenheit que se acerca a la temperatura de saturación a esa presión. Las otras turbinas, se hacen operar a 250 psig, obligándoles a subir o bajar su presión de diseño, así como su temperatura.

Al haber cuatro calderas: 3 con horno y 1 pin hole (que aumenta la temperatura del vapor en aproximadamente 60 grados fahrenheit), podemos obtener una temperatura estándar que tendrá el vapor al entrar a una sola tubería con dirección hacia las turbinas:

3 calderas con horno Dietrick-dennis:

Presión del vapor = 250 psig.

Temperatura de sat. = 406.87 grados F

1 caldera pin hole con paredes de agua:

Presión del vapor = 250 psig.

Temperatura: $406.87 + 60 = 466.87$ grados F

Temperatura promedio del vapor: $(406.87 + 466.87)/2 = 436.87$ grados F

Entonces, las condiciones a las que el vapor entra a cada turbina, serán:

Presión de entrada $P_1 = 250$ psig. (264.7 psia)

Temperatura de entrada $T_1 = 436.87$ grados F. (sobrecalentado)

La presión estándar de salida del vapor P_2 , será: 12 psig. (26.7 psia.)

La tabla VIII, presenta los datos para el funcionamiento real de las turbinas de vapor, y la tabla IX, presenta los resultados de funcionamiento real obtenidos.

Tabla VIII. DATOS PARA EL FUNCIONAMIENTO REAL DE LAS TURBINAS DE VAPOR DEL INGENIO TULULÁ, S.A.

No.	LUGAR	MARCA	POTENCIA (HP)	RPM	P.ENT. (PSig)	P.ENT. (PSia)	T.ENT. (F)	P. SAL. (PSig)	P. SAL. (PSia)
1.	Picadora	Terry 1et. C.	700	3600	250	264.7	436.87	12	26.7
2.	Picadora	Westinghouse 1et. C.	400	4000	250	264.7	436.87	12	26.7
3.	Picadora	Westinghouse 1et. C., 3et. R.	750 kw	3600	250	264.7	436.87	12	26.7
4.	Molino	Elliot 1et.	700	3600	250	264.7	436.87	12	26.7
5.	Molino	Dresser Rand 1et. C.	600	4000	250	264.7	436.87	12	26.7
6.	Molino	Dresser Rand 1et. C.	600	4000	250	264.7	436.87	12	26.7
7.	Molino	Dresser Rand 1et. C.	500	3600	250	264.7	436.87	12	26.7
8.	Molino	Dresser Rand 1et. C.	600	4000	250	264.7	436.87	12	26.7
9.	Vent. Tiro F. C.	Worthington 1et. C.	260	3600	250	264.7	436.87	12	26.7
10.	Vent. Tiro I. C.	Worthington 1et. C.	260	3600	250	264.7	436.87	12	26.7
11.	Agua Alim. C.	Turbodyne 1et. C.	300	4000	250	264.7	436.87	12	26.7
12.	Turbogenerador	Westinghouse 3et. R.	1500 kw	4719	250	264.7	436.87	12	26.7
13.	Turbogenerador	Westinghouse 1C, 1C, 2R, 5R.	2500 kw	3600	250	264.7	436.87	12	26.7
14.	Turbogenerador	Worthington	400 kw	4650	250	264.7	436.87	12	26.7
15.	Turbogenerador	Worthington	400 kw	4650	250	264.7	436.87	12	26.7

Tabla IX. RESULTADOS DE FUNCIONAMIENTO REAL

No.	H ₁ Btu/lb	S ₁ = S ₂ Btu/lb R	Sf ₂ Btu/lb R	Sfg ₂ Btu/lb R	X	Hf ₂ Btu/lb	Hfg ₂ Btu/lb	H ₂ Btu/lb	Eft. %	Mt Lb/HP h.
1	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
2	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
3	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
4	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
5	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
6	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
7	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
8	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
9	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
10	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
11	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
12	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
13	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
14	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58
15	1210	1.5400	0.3510	1.3657	0.8706	206.91	953.10	1036.68	17.28	14.58

El consumo de vapor de funcionamiento teórico y real de cada turbina (en función de su potencia HP) es el siguiente:

Tabla X. Consumo de vapor teórico y real de cada turbina

No.	FUNCIONAMIENTO REAL		FUNCIONAMIENTO TEORICO	
	Cons. Vapor (lb/HP h)	Cons. Vapor (lb/h)	Cons. Vapor (lb/HP h)	Cons. Vapor (lb/h)
1	14.58	10,206.00	20.99	14,693.00
2	14.58	5,832.00	22.62	9,048.00
3	14.58	14,762.25	16.37	16,574.62
4	14.58	10,206.00	20.99	14,693.00
5	14.58	8,748.00	15.32	9,192.00
6	14.58	8,748.00	15.32	9,192.00
7	14.58	7,290.00	15.32	7,660.00
8	14.58	8,748.00	15.32	9,192.00
9	14.58	3,790.80	19.12	5,387.20
10	14.58	3,790.80	19.12	4,971.20
11	14.58	4,374.00	22.62	6786.00
12	14.58	29,524.50	26.98	52,812.00
13	14.58	49,207.50	6.18	20,857.50
14	14.58	7,873.20	16.47	8,893.80
15	14.58	7,873.20	16.47	8,893.80

180,974.25

198,846.12

Las 4 calderas pueden producir: $60,000 + 60,000 + 50,000 + 120,000 = 290,000$ lb/hora pero se utilizan solamente 3 de ellas, dejando una como caldera auxiliar (la de 50,000 lb/hora); entonces, en operación se tiene capacidad para: **240,000 lb/hora.**

8.7.3 Comentarios.

- Se obtiene para las turbinas con eficiencia de diseño menor, un aumento de la misma (a 17.28%) al estandarizar las condiciones de entrada de vapor a cada una de ellas. Las cuatro turbinas Dresser Rand operan realmente casi igual a sus condiciones ideales de diseño. Las turbinas cuyas condiciones de presión y temperatura teóricas de entrada son menores a las reales de operación, sí incrementan su eficiencia notablemente.
- Se obtiene para el turbogenerador de 2,500 KW una eficiencia térmica teórica de 32.92%, pero al operar a condiciones de presión y temperatura estándar (reales) menores a las de su diseño, baja su eficiencia al 17.28%.
- Se observa que cuanto mayor es la eficiencia térmica de las turbinas, se requiere menos consumo de vapor; y cuando la eficiencia térmica disminuye, se requiere un mayor consumo de vapor.
- El consumo de vapor real a 250 psig. y 436.87 grados F. es de 14.58 lb. vapor/HP hora, y de acuerdo a la potencia de cada turbina, se obtiene su consumo total de vapor/hora.
Para el funcionamiento real de las turbinas, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- * El consumo de vapor cuando las turbinas están operando, depende de muchos parámetros como: el tamaño de los álabes, diseño de toberas, las válvulas de regulación, la relación W / V durante la expansión del vapor (W = velocidad del álabe, V = velocidad del vapor), pero el consumo nominal varía de acuerdo a las condiciones de presión y temperatura de entrada y salida del vapor.

La eficiencia térmica varía inversamente con el consumo de vapor, es decir, si la turbina consume o gasta más vapor, el trabajo realizado por minuto de la misma disminuye puesto que el vapor saldría de la turbina con una calidad mayor sin entregar más cantidad de energía térmica a los álabes, disminuyendo por lo tanto su eficiencia térmica.

- * La adecuada operación de las calderas de generación de vapor influye en la eficiencia y consumo de vapor de las turbinas, de tal manera que los domos de agua no se descontrolen para evitar el flujo de la misma hacia la tubería de conducción de vapor. La adecuada fabricación y colocación de trampas de vapor ayuda a retener los condensados.
- * Las válvulas manuales permiten más flujo de vapor para aumentar la potencia de la turbina, ello influye entonces en la eficiencia térmica y obviamente en el consumo de vapor.
- * Si se desea una potencia alta, como la necesaria en la turbina para la picadora de 750 KW y el turbogenerador de 2,500 KW, se necesitan varias etapas de expansión del tipo Curtis o Rateau que influirán en el aumento de la eficiencia térmica y la disminución de consumo de vapor. En el caso del turbogenerador de 1,500 KW, son sus condiciones de entrada y salida de vapor las que influyen en los resultados.

- * La eficiencia de la turbina se ve afectada negativamente al considerar el curso de vapor, o sea, la tubería general de distribución que va de calderas hacia las turbinas, habiendo mayor fricción del vapor en la tubería y dentro de la turbina.
- * Las fugas de vapor también influyen, así como las condiciones de operación a las que son sometidas las turbinas.

8.6 Factores determinantes en el rendimiento de una turbina de vapor:

8.6.1 Consumo de vapor

"El consumo de vapor de una turbina depende de muchos parámetros como lo son: tamaño de álabes, diseño de toberas, válvula de regulación, etc. Pero una vez se ha elegido una turbina, el consumo nominal de la misma variará por condiciones propias de presión constante y de operación" ⁶

El consumo de vapor puede calcularse cuando se conoce su eficiencia termodinámica de la turbina, es decir, teniendo los datos de presión y temperaturas respectivas, valiéndose para ello de la relación del ciclo Rankine.

Corrientemente se calcula la cantidad de vapor en kg. de vapor/HP hora así:

$$M_t = 2527.51 / (H_1 - H_2)$$

Donde:

H_1 = Entalpía de entrada del vapor a la turbina (en Btu/lb.)

H_2 = Entalpía de salida del vapor a la turbina. (en Btu/lb.)

8.6.2 Condiciones de vapor de entrada y salida

Estas condiciones representan factores que influyen directamente en el rendimiento de la turbina. Es difícil determinar con precisión las condiciones en que se encuentra el vapor de operación, siendo éste el que da la energía necesaria para aprovecharla en la turbina y que a su vez determina las dimensiones y el tipo de turbina a usar.

El comportamiento del vapor puede conocerse al determinar su temperatura y presión de entrada y salida de la turbina, las cuales se obtienen en una forma aceptable con el uso de manómetros y termómetros. Al ser tomadas las lecturas, en las tablas de vapor se encuentran los datos de entalpías y entropías totales. Se podrá determinar el cambio de entalpía que determinará la eficiencia de operación de la turbina.

Es recomendable mantener condiciones estables de vapor, de esta manera se logra cumplir con los requerimientos para los cuales fueron diseñadas las turbinas.

8.6.3 Potencia y velocidad a desarrollar

Este punto va íntimamente ligado a lo que respecta a los datos necesarios para el diseño de la turbina. Tanto la potencia como la velocidad dependerán de la aplicación que se le vaya a dar a la turbina, así como también limitaciones

de peso, espacio, límite de esfuerzo o el área necesaria para la tubería de escape.

8.6.4 Pérdidas en el curso del vapor

“La presión inicial del vapor en la caldera, generalmente llega a la válvula de regulación de la turbina con una disminución de presión de aproximadamente 5%, naturalmente esto depende en gran medida del sistema de suministro de vapor para todas las turbinas, así como el diseño mismo de las toberas”⁷

Las pérdidas por circulación de vapor se producen debido a cambios que experimentan los parámetros de operación tales como: mayor fricción de vapor al entrar a la turbina debido al diseño de la válvula de regulación, bajo rendimiento en las toberas, velocidad de entrada demasiado elevada y otros de menor importancia.

8.6.5 Pérdidas mecánicas por venteo y fugas

Casi se desprecian y son evidentes a simple vista, pudiendo tomar medidas correctivas inmediatamente, de hecho, el diseño contempla estas pérdidas que son consideradas normales. Los sellos más usados son: juntas laberínticas, sellos de agua, sellos de grafito.

8.6.6 Rendimiento de la expansión del vapor

Las turbinas que se utilizan en los ingenios de nuestro medio, no sobrepasan los dos mil HP. Estas suelen trabajar a la misma presión, ya que generalmente es una misma tubería la que provee del vapor. El punto que se considera en este caso es un factor muy importante, ya que para obtener el rendimiento es

necesario conocer la relación de velocidad del álabe y la velocidad del vapor a la salida de la tobera. Este factor se trató de último, ya que las variaciones en las condiciones del vapor consideradas en puntos anteriores afectan al rendimiento notablemente.

8.7 Modificación de las condiciones que hacen ineficiente la operación

“En general, se puede decir que todo lo que aumenta los límites de presión y temperatura del ciclo de la turbina, o reduzca las pérdidas térmicas debidas a rozamientos contribuye sustancialmente a mejorar el rendimiento de la misma”⁸

En detalle, se pueden citar los siguientes factores:

8.7.1 Condiciones de vapor.

La eficiencia de la turbina depende mucho de este factor. Estas condiciones varían con el tiempo ya que el mismo fabricante lo reconoce, y por ello ofrece anillos de toberas en sustitución de los ya no adecuados. Para hacer más eficiente el sistema, se debe procurar mantener la presión y la temperatura de vapor en un rango alto, ya que así se aporta mayor energía calorífica.

El hablar de presión y temperatura altas, se refiere a las que el fabricante sugiere como de operación, ya que de otra manera obtendríamos menos beneficio de la turbina y una baja en su vida útil. La similitud de condiciones para todas las turbinas de los ingenios es beneficiosa para tratar de estandarizar la operación.

8.7.2 Pérdidas en el curso del vapor

Este problema puede ser reducido al incorporar a la turbina asientos dobles en las válvulas de regulación, válvulas manuales para aumentar o disminuir el flujo de vapor, o válvulas de regulación múltiple.

Las válvulas manuales no deben trabajar medio abiertas, ya que así sólo se dañan las válvulas y no se obtiene un aumento en la potencia. Cuando se requiera de más potencia, lo recomendable es ir abriendo válvula por válvula, hasta solventar la demanda de vapor requerida en ese momento. Cuando la carga es normal o baja, todas las válvulas manuales deben de estar cerradas, ya que al tenerlas abiertas el gobernador se ve en la necesidad de contraer más el paso de vapor, forzando su operación.

Es recomendable llevar un control de cuántas válvulas manuales están abiertas y por cuanto tiempo, y así comprobar si la actual turbina es competente o no para el trabajo asignado.

8.7.3 Toberas y álabes

Se recomienda tener las toberas y álabes en buenas condiciones de funcionamiento ya que de ellos dependen mucho el rendimiento de la turbina.

8.7.4 Pérdidas por sellos

Los sellos de carbón deben de conservarse intactos y con el resorte bien ajustado, de lo contrario no sellan el eje de la turbina, contribuyendo a aumentar las pérdidas de vapor.

8.7.5 Colador de vapor

Debe de limpiarse y revisarse constantemente, ya que provoca pérdidas por presión de vapor.

8.7.6 Adiestramiento

Se debe proporcionar una instrucción adecuada al personal encargado de la operación, para que pueda trabajar apropiadamente la turbina, para cumplir con las recomendaciones dadas.

8.8 Mantenimiento de una turbina de impulso

8.8.1 Inspecciones diarias, semanales y mensuales

“El poseer un mantenimiento preventivo de la turbina es de suma importancia para conservar la misma en condiciones óptimas de operación y al mismo tiempo alargar su vida útil. Esto se aplica en el caso de un ingenio azucarero, cuando se encuentran en uso continuo, salvo, desde luego, las que se utilizan en forma auxiliar”⁹

Mientras la turbina se mantenga en operación, es necesario evaluar situaciones que podrían dañar la misma, así como la operación de la planta.

Para evitar esto es necesario planificar con los encargados inspecciones, las cuales pueden ser diarias, semanales y mensuales. A continuación se presenta un listado de las piezas y el equipo que sí se necesita inspeccionar.

8.8.1.1 Diariamente

- Inspeccionar visualmente los alrededores de la turbina para detectar cualquier anomalía, así como también posibles daños exteriores.
- Muy importante es verificar el nivel de aceite en el depósito, en chumaceras y en el gobernador de velocidad, esto se observa fácilmente mediante el uso de un visor, ubicado en el lugar de los mismos.
- Verificar los niveles de vibración en las chumaceras y en la bomba mecánica.
- Inspeccionar el flujo continuo de agua de enfriamiento para el intercambiador de calor, que enfría el aceite de la turbina, ya sea haciéndolo en forma visual o con la ayuda de un termómetro sencillo.

8.8.1.2 Semanalmente

- Verificar la presión de aceite de la bomba principal y al mismo tiempo revisar los dispositivos de paro por baja presión de aire o aceite.
- Verificar el adecuado funcionamiento de la bomba auxiliar de aceite (eléctrica) utilizando para ello una válvula de corte especial del equipo.
- Analizar el aceite para determinar si cumple con los requerimientos del fabricante como son: aceite limpio, alta demulsibilidad, sin álcalis, alto índice de viscosidad, sin contenido de espuma, etc.
- Para las turbinas sin lubricación forzada, observar que el anillo de lubricación de chumaceras se encuentre totalmente redondo, para que pueda estar girando y así se mantenga la capa de aceite deseada.

- Revisar si el control remoto neumático de la turbina está operando adecuadamente (presión de aire, sin obstrucciones en la tubería, regulador de aire, etc.).

8.8.1.3 Mensualmente

- Revisar la válvula de disparo por exceso de velocidad. Esto se puede comprobar elevando la velocidad de la misma, con un tacómetro puesto sobre las chumaceras, tomando la lectura de la velocidad de disparo. Si la turbina no dispara, accionar la válvula manualmente y pararla, para revisar el problema.
- Limpiar los intercambiadores de calor que enfríen el aceite, ya que el agua usada para éste, contiene muchos sólidos en suspensión, los cuales se acumulan en los tubos, no permitiendo la libre circulación del agua.
- Verificar los niveles de vibración donde va soportado el regulador de velocidad.

8.8.2 Verificación del funcionamiento correcto del equipo nominal y auxiliar

En esta sección se pretende dar las indicaciones más importantes para la verificación y el ajuste del equipo tanto nominal como auxiliar que complementan la turbina, a fin de tenerla en las mejores condiciones posibles.

8.8.2.1 Regulador de velocidad

Se le conoce también como gobernador y es una parte muy importante ya que es el encargado de controlar la velocidad de la turbina con la precisión que

se desee. Este está unido mecánicamente al eje de la turbina, girando a una velocidad de 5 ó 6 veces menor que la turbina.

Es necesario comprobar el ajuste del varillaje que se encarga de llevar el accionamiento mecánico a la válvula de admisión, ya que en algunas ocasiones se afloja, produciendo variaciones de velocidad.

Es necesario también revisar un tensor que posee este varillaje, ya que por ajuste del mismo se puede aumentar el rango de velocidad de operación de la turbina. Generalmente se mantiene un regulador de repuesto para hacer un cambio rápido y así revisar adecuadamente el regulador que estaba en operación.

8.8.2.2 Disparo por sobre velocidad

Cuando se tienen problemas como éste es necesario parar la turbina como medida preventiva de seguridad. Si después de haber efectuado las pruebas de disparo no acciona, proceder a verificar holgura entre la palanca de accionamiento de la válvula de emergencia y el contrapeso que se encuentra en el eje de la turbina. Dicha separación viene ajustada de fábrica, siendo aproximadamente de 0.06" , es bueno siempre revisar este ajuste y si en dado caso no es el apropiado, debe deslizarse la palanca de conexión sobre el vástago de la válvula, alejándola de la cámara de vapor para aumentar la holgura, y en dirección opuesta, para disminuirla.

Una vez efectuado este ajuste, proceder a repetir la prueba de disparo. Es también recomendable tener bien lubricado el eje sobre el cual pivotea el disparo.

8.8.2.3 Bomba principal de aceite

Continuamente hay que estar verificando la presión de aceite, como ya se indicó antes, pues de ello dependerá la óptima lubricación de las chumaceras y del cojinete de empuje para el caso de lubricación forzada. Esta bomba se mueve gracias a un acople directo con el eje de la turbina y su revisión completa sólo se puede evaluar mediante un desmontaje de la misma.

Si por algún motivo la misma llega a fallar, el dispositivo de disparo por baja presión de aceite actúa para detener la turbina cuando la presión de aceite baja a límites peligrosos. Este dispositivo va situado a un costado y consiste en un fuelle que recibe la señal de presión. Esta presión mantiene el dispositivo enganchado a un gatillo de disparo, si la presión baja, el gatillo suelta la válvula de disparo parando la turbina.

Generalmente la presión se debe reestablecer para poder enganchar a la posición de válvula abierta.

8.8.2.4 Bomba auxiliar de aceite

Esta bomba debe de entrar a trabajar en el caso de que la presión de aceite no se restablezca rápidamente. El que trabaje o no esta bomba, depende del rango de presión a que se ajuste el switch de presión que va acoplado directamente a la tubería de aceite y si en dado caso fallase la bomba principal, la bomba auxiliar debería de entrar inmediatamente en línea, con la finalidad de no dañar las chumaceras, lo cual sería una consecuencia inevitable.

Además, para empezar a trabajar la turbina es necesario tener encendida la bomba auxiliar, con esto se garantiza una buena presión de aceite, antes de que la bomba principal sea capaz de hacerlo.

Una manera de comprobar si la bomba auxiliar trabaja satisfactoriamente se logra mediante el uso de una válvula de prueba, la cual permite simular una condición de baja presión. Esta válvula por ningún motivo debe permanecer abierta más de 5 segundos.

8.8.2.5 Circuito de advertencia de fallo

Se puede incorporar dos circuitos de advertencia de fallo en el sistema de mando, por baja presión o por alta temperatura de aceite. Si sucediera cualquiera de las dos situaciones mencionadas, se enciende una luz en el tablero activando un relé, el cual hace sonar una alarma. Estos indicadores (pilotos) así como los manómetros de presión de aire, relés y reguladores deben estar ubicados en un mismo panel. En el caso de los ingenios se utiliza para control de las turbinas, la nave que acciona los molinos de caña.

8.8.3 Limpieza, revisiones y cuidados

Antes de arrancar la turbina por primera vez o cuando se le ha tenido mucho tiempo almacenada, es importante hacer una limpieza de la misma, principalmente lo que respecta a las cajas de los cojinetes, las zonas de sellado del eje y las piezas del regulador. Para ello se puede usar solventes, algunos combustibles y aceites para dejar las superficies en buenas condiciones.

Cuando se opera una turbina es importante programar limpiezas de: Intercambiadores de calor, filtros de aceite, depósito de aceite y el regulador de

velocidad. Si se observa algún contaminante en el mismo, es necesario cambiarlo, ya que el lubricante debe de ser de excelente calidad, libre de suciedad, agua, álcalis, espuma, etc.

Entre los cuidados más importantes a considerar está la revisión periódica de las chumaceras de la turbina, para detectar si existe o no calentamiento por contacto entre eje y chumacera. Otro factor importante a determinar es la vibración, por lo que en cualquiera de los dos casos anteriores es conveniente revisar las chumaceras para asegurarse de que hay buen contacto. Para determinar la holgura adecuada. Para determinar la holgura adecuada se utiliza a menudo "plasti gage" o simplemente una tira de plomo, procediendo después a medir el espesor de la misma. Si excediese en 0.004 de pulgada, sería necesario cambiar la chumacera.

Otro factor por revisar es el cojinete de empuje, el cual es de bolas. Este rara vez se daña, pero de cualquier manera es necesario medirlo, utilizando para ello un calibrador de hojas entre las bolas y la pista.

En todos los casos anteriores se han dado algunas recomendaciones, pero esto no quiere decir que forzosamente se tenga que hacer así, en muchos casos el ingeniero debe de aplicar su criterio para determinar si es conveniente cambiar o no una pieza, esto desde luego debe de evaluarlo según su experiencia propia con el equipo que tenga a su cargo.

8.8.4 Desmontaje anual y revisiones de todas sus partes

Para poder llevar a cabo un buen mantenimiento preventivo de la turbina, se recomienda que al final de la zafra se desmonte para poder revisar las partes más críticas de la misma. Para principiar es necesario desacoplar la turbina del equipo al cual acciona. Utilizando la llave adecuada se procede a aflojar las tuercas que fijan la tapa a la carcaza. Se necesita de la ayuda de una pequeña grúa o un polipasto para poder desensamblar.

Una vez terminada dicha operación, se procede a quitar las chumaceras. Para ello es necesario quitar las tapaderas y dejar marcada la forma como van ensambladas. Con esto ya se puede sacar el eje para tener más elementos de juicio y así determinar alguna falla en el mismo. Seguidamente se procede así:

- a) Revisión de los anillos de carbón: primer o se suelta el resorte que los rodea y se juntan todos los anillos con sus respectivas partes. Se observa si todos se encuentran rectos y sin desgaste, ya que de lo contrario será necesario su reemplazo. Los anillos por lo general van divididos en tres partes para poder quitarlos sin desmontar el eje.

Para poder reinstalarlos es necesario que el eje se encuentre en su lugar y se procede a meter anillo por anillo y parte por parte, fijando el resorte en uno de los extremos inferiores.

Luego se coloca el tope en un hueco predeterminado y se deslizan las partes del anillo hasta encerrar el eje poniéndose después el resorte de fijación.

- b) Revisión de chumaceras: esta es una de las partes más importantes a inspeccionar. La holgura máxima aceptable es de 0.004", sin embargo en determinados casos se puede aceptar hasta 0.006". Si la holgura es mayor, se recomienda cambiar las chumaceras y no volverlas a enbabitar, dado el riesgo de que se caiga este recubrimiento.

Para colocar de nuevo en su lugar las chumaceras se levanta el eje de los extremos y se colocan las dos mitades, de manera que casen con una muesca de alineación que posee la carcasa. Se recomienda tener una buena cantidad de chumaceras de repuesto, lo cual dependerá desde luego de la cantidad de turbinas que operen con el mismo tipo. De esta manera se protege la turbina de cualquier imprevisto.

- c) Sin-fin de movimientos del regulador de velocidad: para evitar cualquier atrancamiento es necesario revisar el desgaste de este tornillo con respecto a la corona que acciona el regulador, ya que cualquier problema aquí es de graves consecuencias; si se tiene la presión adecuada de lubricación, este engrane suele durar mucho tiempo antes de que sea necesario su cambio.
- d) Rotor: para efectuar una revisión adecuada del rotor, es necesario inspeccionarlo fuera de la carcasa. Una vez fuera, se revisan detenidamente los muñones para determinar si no tienen desgaste. También se inspecciona todo el eje para evaluar cualquier falla en torno del mismo.

En lo que respecta a las ruedas es importante observar si los álabes se encuentran parejos y sin desgaste, ya que si presentan algunos dobleces es señal que existe golpe de vapor húmedo. Después de revisar se monta el eje sobre las chumaceras inferiores y se tapan para comprobar si el rodete gira sin atrancones y al mismo tiempo verificar si no está desbalanceado.

Una vez efectuados los trabajos anteriores se limpia la turbina, el depósito de aceite y se reensambla de nuevo. Para armar es necesario tener la tapa de la carcaza y la carcaza perfectamente limpias en lo que respecta a sus superficies de contacto, así se procede a aplicar un sello adecuado tanto para que no se provoquen fugas de vapor así como para que no se pegue la tapa de la turbina, lo cual sería posteriormente muy difícil de despegar.

Colocada la tapa, se aprietan las tuercas según el torque recomendado por el fabricante, siguiendo un orden predeterminado de prioridades. Estos torques aplicados es frío deben de comprobarse cuando la turbina ya está en operación, porque a menudo hay variaciones de torque entre una situación y la otra. Después de ensambladas todas las piezas, se procede al alineamiento. Los fabricantes generalmente no usan acoplamientos que se fijan mediante el uso de chavetas; más bien se inclinan por los acoplamientos flexibles de tipo cubo, o sea, mediante el uso de un muelle colocado entre dientecillos a ambas partes. Para un alineamiento apropiado se deben de seguir los siguientes pasos:

- Debe de alinearse la turbina con la máquina a accionar por medio de indicadores de esfera y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- La verificación final después del vaciado, debe de hacerse a la temperatura normal de operación.
- Tomar en cuenta que la carcaza de la turbina se dilata 0.0001 mm. por milímetro y por grado centígrado.
- Verificar la alineación final a la temperatura de funcionamiento, especialmente después de puesta en marcha, se recomienda hacerlo en operación.

Los dos tipos de desalineación que pueden ocurrir son: angular y por desplazamiento paralelo.

La figura 29, muestra una gráfica en la cual se presentan los límites de desalineación angular, según se ve en la curva.

Como parte del mantenimiento, es necesario contar con una lista de repuestos de piezas que normalmente sufren desgaste.

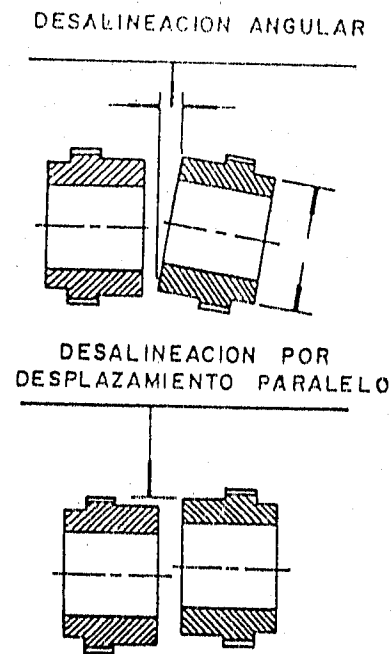


Fig. 29. Límites permisibles de desalineamiento de una turbina

FUENTE: Op. eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor. Tesis. 1988

8.9 Acciones de seguridad al operar turbinas de vapor

- En el contacto con turbinas de vapor, la seguridad es esencial.
- Este equipo no debe ser operado con exposición a partes rotatorias. Todos los acoplamientos, ejes y otras partes rotatorias deben tener su guarda respectiva para prevenir accidentes por contacto.
- Las turbinas son equipadas con mecanismos hidráulicos, los cuales se pueden mover rápidamente sin precaución. Serios daños pueden ser causados por exposición a estos mecanismos. Todo operador y otras personas, quienes se expongan a estos peligros, deben familiarizarse con estos mecanismos y ejercitarse en acciones de prevención.
- Antes de iniciar la operación, deben tomarse precauciones como el apretar toda rosca de fijación, uniones, etc., tanto de la turbina como de la tubería, ya que algunas conexiones siempre se aflojan durante la operación.
- Cuando esté instalado el equipo eléctrico para operar, hay que revisar y apretar todas las conexiones terminales, mordazas, pernos, tornillos, etc. Al hacer ésto, asegúrese de que el circuito se encuentre abierto (posición OFF).
- El contacto con superficies calientes de la turbina pueden causar severas quemaduras. El operador debe hacer uso de guantes de protección y el demás necesario si por algún motivo va a hacer contacto con estas superficies.
- Se debe prevenir la ignición por parte de fluidos flamables (aceite) u otro material.
- La válvula de salida de vapor debe estar abierta antes de arrancar la turbina, ya que el no hacerlo da como resultado serios daños para el personal y para la propia turbina.

- Después que la válvula reguladora y de disparo ha sido abierta, debe dársele a la rosca manual al menos 1 ½ vueltas en la dirección de cierre. Esto evitará que la válvula se atranque en la posición extrema de entrada al expansionarse las demás partes de ésta. Con ello se prevendrá la pérdida de control de la operación y sus consecuentes daños para el personal y la propia turbina.
- Cambios en los límites de control de velocidad, sobrevelocidad, disparo, etc., requieren de la aprobación de la empresa constructora; este permiso garantiza la seguridad de operación de la turbina.
- Se debe tener cuidado con los compuestos extraños que llegan a la turbina desde la caldera, ya que éstos forman depósitos en las válvulas impidiendo el libre movimiento y cierre rápido de las mismas, causando una sobrevelocidad peligrosa que puede resultar en serios daños para el personal.
- La turbina está equipada con un dispositivo de disparo en caso de una sobrevelocidad peligrosa. Es necesario que el dispositivo completo esté bien mantenido y debe ser inspeccionado y probado frecuentemente. La inspección debe incluir todos los elementos del dispositivo y la frecuencia de ésta y las pruebas debe ser determinada por el uso. Es bien importante recordar que durante la operación de la turbina no se deben hacer pruebas.
- El dispositivo de sobrevelocidad debe ser colocado en su lugar antes del arranque de la turbina. Este dispositivo debe ser atornillado hacia el interior del eje de la misma.

CONCLUSIONES

1. En las áreas operativas del Ingenio Tumulá, se manifiesta una fase emergente en el campo de seguridad e higiene, ya que el personal está consciente de los riesgos a que se expone, pero las actividades de mejoramiento de la seguridad e higiene, utilización del equipo de seguridad y las auditorías constantes, no se llevan a cabo formalmente. Con ello, la predisposición a los accidentes y enfermedades laborales aumentan, pero éstos pueden ser reducidos al aplicar actividades estratégicas y operativas propuestas, contribuyendo también a mejorar las condiciones de seguridad e higiene, así como los procedimientos de trabajo.
2. Durante la época de zafra 96-97, en el Ingenio Tumulá se documenta la ocurrencia de 113 accidentes en las áreas operativas. El mínimo equipo de seguridad y de protección personal que se usan (extinguidores, cascos, lentes, guantes), las herramientas, el medio ambiente y las condiciones de trabajo, hacen predisponer al personal a sufrir un accidente o a adquirir una enfermedad laboral. Se hace necesario crear un manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional, que delimite el proceder correcto del trabajador al desarrollar sus labores.
3. En las áreas operativas, los accidentes de mayor ocurrencia son: golpes y cortaduras en manos y pies al cortar caña, problemas respiratorios al fumigar, tropiezos con materiales, esquirlas en los ojos, quemaduras, daños por cortocircuitos y daños al contactar con partes móviles. La inversión inicial requerida para implementar el programa de seguridad e higiene ocupacional en las áreas operativas, asciende a Q 443,019.50 (a lo que hay

que agregar un 10% por gastos no presupuestados), cuya aplicación se verá reflejada en la disminución de aquellos accidentes y en el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

4. En el Ingenio Tululá, S.A., las turbinas de vapor son utilizadas para el movimiento de conjuntos mecánicos como: bombas de agua de alimentación de calderas, ejes de cuchillas picadoras de caña, molinos extractores de jugo, ventiladores de tiro forzado y tiro inducido de calderas, turbogeneradores; aprovechando el beneficio de la energía térmica del vapor y disminuyendo el consumo de energía eléctrica al no utilizar motores eléctricos.
5. En la fábrica del Ingenio Tululá, se manifiesta el uso a gran escala de turbinas de vapor de impulsión con escalonamiento del tipo Curtis (de velocidad), el cual tiene una capacidad mayor de absorción de energía y cuya desventaja teórica es su baja eficiencia. El beneficio de la contrapresión para calentar medios líquidos es utilizado en el Ingenio aprovechando al máximo la energía térmica contenida en el vapor de escape.
6. Las condiciones reales de entrada de vapor a las turbinas del Ingenio, son aproximadamente 250 psig y 436.87 grados fahrenheit, habiendo algunos factores que hacen disminuir estas variables, tales como: pérdidas en el sistema de suministro de vapor (fricción y fugas), diseño de toberas y válvulas de regulación del ingreso del vapor, etc., permitiendo la disminución de la eficiencia térmica de las turbinas, lo que redunda en el aumento del consumo de vapor.

7. Las altas velocidades de operación de las turbinas de vapor, deben ser motivo de precaución para no exponerse a miembros rotatorios de las mismas y sufrir accidentes. También, las altas temperaturas de trabajo logradas en la turbina, obligan al uso del equipo de protección y seguridad adecuados.

RECOMENDACIONES

- A gerentes, jefes de departamento y jefes de sección:

1. Propiciar la creación del comité de seguridad e higiene ocupacional, que vele por la aplicación y cumplimiento del manual de políticas, normas y procedimientos relacionados al tema, así como mantener el programa de seguridad al planear y ejecutar nuevas actividades de beneficio al bienestar del trabajador.
2. Llevar a cabo, operativamente, actividades planeadas estratégicamente, que beneficien la minimización de los riesgos de accidentalidad y enfermedad, proporcionando condiciones y medio ambiente adecuados para el trabajador.
3. Capacitar al personal operativo antes y durante la aplicación del manual de políticas, normas y procedimientos de seguridad e higiene ocupacional. Capacitación que debe orientarse a:
 - la necesidad y el derecho del individuo a estar protegido contra accidentes y ambientes hostiles de trabajo, induciéndole a visualizar las ventajas que puede obtener.
 - Aquellas acciones afines para cumplir en un alto porcentaje con el beneficio que pretenden (buen uso del equipo de protección personal, por ejemplo).
4. Fortalecer el programa a través de la relación con personas e instituciones dedicadas más estrechamente a la investigación, planeación y desarrollo de actividades de salud, seguridad e higiene.

- Al personal operativo:
5. Contribuir al adecuado desarrollo del programa de seguridad, a través de su asistencia a las distintas capacitaciones y atendiendo a las normas que lo lleven a un proceder más seguro.
-
- Al supervisor de turbinas y reductores:
6. Para alcanzar mayor eficiencia de operación de las turbinas de vapor del Ingenio Tululá, se pueden mejorar las condiciones de vapor de entrada y salida, los mecanismos de distribución del vapor, mejorar y mantener adecuadamente las toberas y álabes, la inspección y mantenimiento preventivo constantes, etc.

REFERENCIAS

1. Adolfo Rodellar, **Seguridad e higiene en el trabajo**. 2a. ed. (España: Editorial Marcombo, 1988), p. 67.
2. Juan Carlos Jeréz, **Normas de higiene y seguridad del Ingenio Madre Tierra**. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1991. p. 63.
3. Herbert Antonio Mendoza, **Operación eficiente de turbinas de vapor de ingenios, bajo condiciones críticas de vapor**. Tesis Ing. Mecánica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1988. p. 2
4. Ibid., p. 6
5. Ibid., p. 10
6. Ibid., p. 25
7. Ibid., p. 26
8. Ibid., p. 28

9. Ibid., p. 38
10. W. H. Severns et al., **Energía mediante vapor, aire o gas.** 5a. ed.; Tr. José Batice Gayan; (México: Editorial Reverté, 1976), 503 p.p.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ARIAS, Fernando. Administración de recursos humanos. 16a. reimpresión. Biblioteca de ciencias de la administración. México: Editorial Trillas, 1986. 536 p.p.**
2. **AVALLONE, Eugene A. y Theodore Baumeister III. Manual del Ingeniero mecánico. 3a. edición. Marks. 2 volúmenes. Tr. Francisco G. Noriega; José Enrique de la Cera Alonso; María Teresa Aguilar. Colombia: Editorial McGraw-Hill, 1997.**
3. **ELONKA, Stephen M. et. al. Operación de plantas industriales. 2a. ed. Tr. Francisco Noriega. México: Editorial McGraw-Hill, 1989. 676 p.p.**
4. **GRIMALDI, J. La seguridad industrial. 2a. ed. México: Editorial Alfaomega, 1991. 743 p.p.**
5. **HUANG, Francis. Ingeniería termodinámica, fundamentos y aplicaciones. 2a. ed. Tr. Jaime Cervantes. México: Editorial Cecsa, 1984. 593 p.p.**
6. **Ley Federal del Trabajo. Colección leyes y códigos. México: Anaya editores, 1997. 502 p.p.**

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Descripción
1	Matriz de información. Programa de seguridad e higiene ocupacional
2	Diagrama de Mollier para el agua
3	Tablas de vapor

4. Descripción de las tareas que componen la labor

Área: _____

	ACTIVIDAD	OCUPACION
a.		
b.		
c.		
d.		
e.		
f.		
g.		
h.		
i.		
j.		

5. Maquinaria, herramienta, equipo agrícola y equipo de protección personal

Área: _____

	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	MAQUINARIA	EQ. PROTECCION PERSONAL
a.				
b.				
c.				
d.				
e.				
f.				
g.				
h.				
i.				
j.				

7. Evaluación de métodos de control de riesgos químicos

Área: _____

Actividad	Ocup	Trab. Exp.		Riesgos								Medidas de control				
		a.	o.	Polvo	gases	vap.	fert.	liq.	sol.	ot.	pel	e-s	vn.a.	ais.	p.o.	eq. protec.
				Daños a la salud												
				Importancia												

- trab. exp. = trabajadores expuestos
- a. = actividad
- o. = ocupación
- vap. = vapores
- fert. = fertilizantes
- liq. = líquidos
- sol. = sólidos
- ot. = otros
- pel. = peligrosidad (corrosivo, tóxico, etc.)
- e-s = eliminación-sustitución
- vn. a. = ventilación natural/artificial
- ais. = aislamiento
- p.o. = prácticas organizativas de trabajo
- eq. protec. = equipo de protección personal

- M = molestias
- E = enfermedades
- A = accidentes
- L = leve
- Mo = moderado
- G = grave

9. Riesgos de inseguridad e insalubridad

Área: _____ Actividad: _____ Ocupación: _____

Riesgo	si	no	óptima	buena	mala	regular	daños salud	Importancia
Maquinaria								
Peligrosidad, inseguridad								
Avisos, señales								
Dispositivos de seguridad								
Mantenimiento								
Herramientas								
Peligrosidad, inseguridad								
Avisos, señales								
Dispositivos de seguridad								
Mantenimiento								
Instalaciones sanitarias								
Baños y regaderas								
Vestidores								
Agua para beber								
Comedores								
Materiales								
Almacenam. Inadecuado								
Transporte inadecuado								

10. Exigencias laborales de la actividad

Área: _____ Actividad: _____ Ocupación: _____

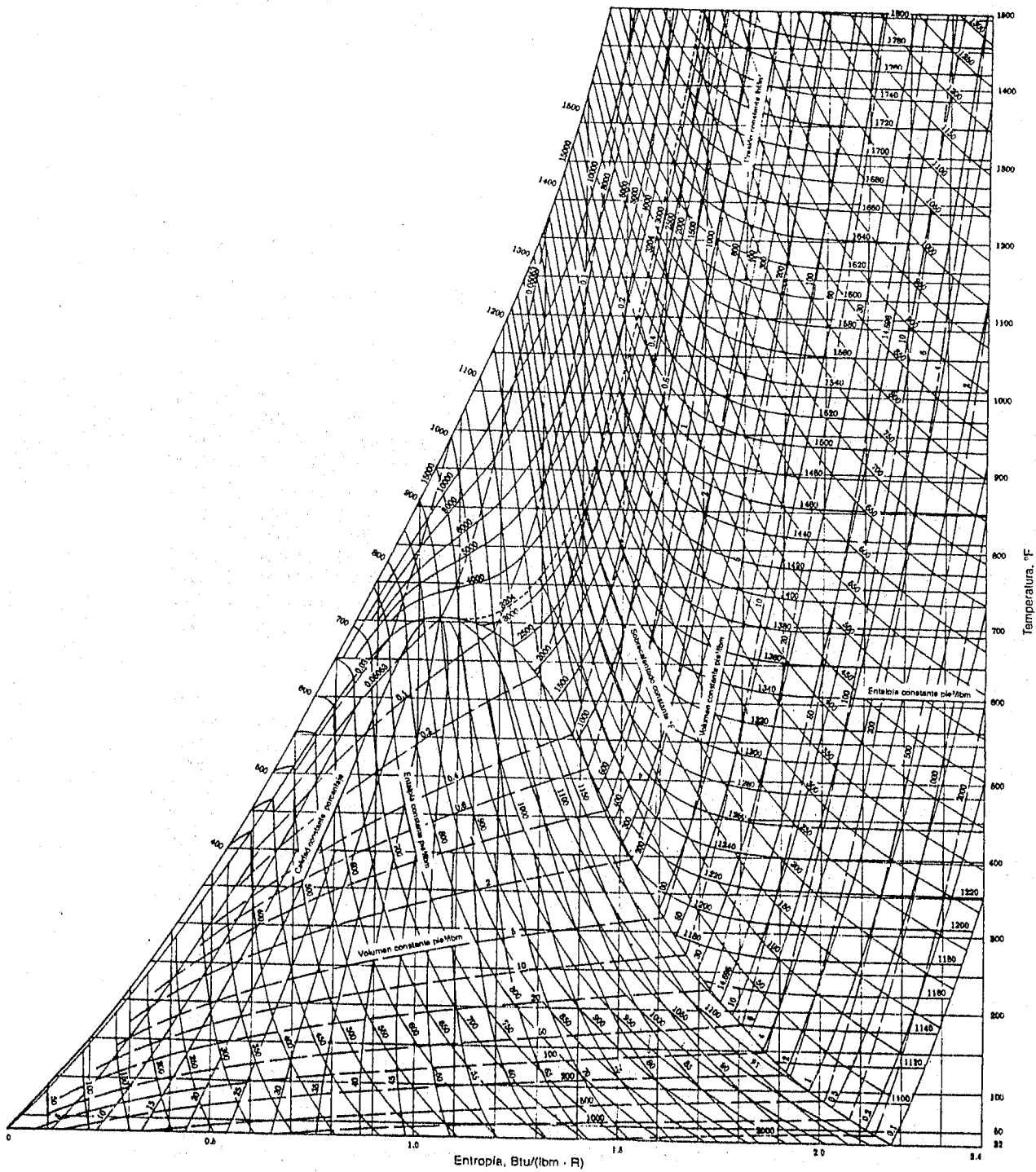
Exigencia	Daños a la salud (molestias, enfermedades, accidentes)	Importancia (leve, moderada, grave)
Actividad física intensa		
Trabajo sedentario		
Posiciones incómodas		

11. Exigencias laborales derivadas de la organización y división del trabajo

Área: _____ Actividad: _____ Ocupación: _____

Riesgos	Daños a la salud	Importancia
Jornada de trabajo		
Extensas guardias		
Tiempo extra		
Rotación de turnos		
Pausas inexistentes o inadecuadas		
Alto grado de atención		
Ritmo de trabajo elevado		
Poco control del trabajo		
Trabajo monótono		
Trabajo repetitivo		
Supervisión estricta		
Difícil comunicación		
Dificultad de desplazamiento		

Anexo 2: Diagrama de Mollier para el agua



Entalpía = Btu/lbm

FUENTE: Energía mediante vapor, aire o gas. Severns, W.H. 1976.

Anexo 3: Tablas de vapor

Propiedades del agua saturada: tabla de temperatura

v , ft³/lb; u and h , Btu/lb; s , Btu/(lb)(°R)

Temp., °F T	Presión psia P	Volumen específico		Energía interna		Entalpía			Entropía	
		Líquido saturado v_f	Vapor saturado v_g	Líquido saturado u_f	Vapor saturado u_g	Líquido saturado h_f	Evap. h_{fg}	Vapor saturado h_g	Líquido saturado s_f	Vapor saturado s_g
32	0.0886	0.01602	3305	-.01	1021.2	-.01	1075.4	1075.4	-.00003	2.1870
35	0.0999	0.01602	2948	2.99	1022.2	3.00	1073.7	1076.7	0.00607	2.1764
40	0.1217	0.01602	2445	8.02	1023.9	8.02	1070.9	1078.9	0.01617	2.1592
45	0.1475	0.01602	2037	13.04	1025.5	13.04	1068.1	1081.1	0.02618	2.1423
50	0.1780	0.01602	1704	18.06	1027.2	18.06	1065.2	1083.3	0.03607	2.1259
52	0.1917	0.01603	1589	20.06	1027.8	20.07	1064.1	1084.2	0.04000	2.1195
54	0.2064	0.01603	1482	22.07	1028.5	22.07	1063.0	1085.1	0.04391	2.1131
56	0.2219	0.01603	1383	24.08	1029.1	24.08	1061.9	1085.9	0.04781	2.1068
58	0.2386	0.01603	1292	26.08	1029.8	26.08	1060.7	1086.8	0.05159	2.1005
60	0.2563	0.01604	1207	28.08	1030.4	28.08	1059.6	1087.7	0.05555	2.0943
62	0.2751	0.01604	1129	30.09	1031.1	30.09	1058.5	1088.6	0.05940	2.0882
64	0.2952	0.01604	1056	32.09	1031.8	32.09	1057.3	1089.4	0.06323	2.0821
66	0.3165	0.01604	988.4	34.09	1032.4	34.09	1056.2	1090.3	0.06704	2.0761
68	0.3391	0.01605	925.8	36.09	1033.1	36.09	1055.1	1091.2	0.07084	2.0701
70	0.3632	0.01605	867.7	38.09	1033.7	38.09	1054.0	1092.0	0.07463	2.0642
72	0.3887	0.01606	813.7	40.09	1034.4	40.09	1052.8	1092.9	0.07839	2.0584
74	0.4158	0.01606	763.5	42.09	1035.0	42.09	1051.7	1093.8	0.08215	2.0526
76	0.4446	0.01606	716.8	44.09	1035.7	44.09	1050.6	1094.7	0.08589	2.0469
78	0.4750	0.01607	673.3	46.09	1036.3	46.09	1049.4	1095.5	0.08961	2.0412
80	0.5073	0.01607	632.8	48.08	1037.0	48.09	1048.3	1096.4	0.09332	2.0356
82	0.5414	0.01608	595.0	50.08	1037.6	50.08	1047.2	1097.3	0.09701	2.0300
84	0.5776	0.01608	559.8	52.08	1038.3	52.08	1046.0	1098.1	0.1007	2.0245
86	0.6158	0.01609	527.0	54.08	1038.9	54.08	1044.9	1099.0	0.1044	2.0190
88	0.6562	0.01609	496.3	56.07	1039.6	56.07	1043.8	1099.9	0.1080	2.0136
90	0.6988	0.01610	467.7	58.07	1040.2	58.07	1042.7	1100.7	0.1117	2.0083
92	0.7439	0.01611	440.9	60.06	1040.9	60.06	1041.5	1101.6	0.1153	2.0030
94	0.7914	0.01611	415.9	62.06	1041.5	62.06	1040.4	1102.4	0.1189	1.9977
96	0.8416	0.01612	392.4	64.05	1041.2	64.06	1039.2	1103.3	0.1225	1.9925
98	0.8945	0.01612	370.5	66.05	1042.8	66.05	1038.1	1104.2	0.1261	1.9874
100	0.9503	0.01613	350.0	68.04	1043.5	68.05	1037.0	1105.0	0.1296	1.9822
110	1.276	0.01617	265.1	78.02	1046.7	78.02	1031.3	1109.3	0.1473	1.9574
120	1.695	0.01621	203.0	87.99	1049.9	88.00	1025.5	1113.5	0.1647	1.9336
130	2.225	0.01625	157.2	97.97	1053.0	97.98	1019.8	1117.8	0.1817	1.9109
140	2.892	0.01629	122.9	107.95	1056.2	107.96	1014.0	1121.9	0.1985	1.8892
150	3.722	0.01634	97.0	117.95	1059.3	117.96	1008.1	1126.1	0.2150	1.8684
160	4.745	0.01640	77.2	127.94	1062.3	127.96	1002.2	1130.1	0.2313	1.8484
170	5.996	0.01645	62.0	137.95	1065.4	137.97	996.2	1134.2	0.2473	1.8293
180	7.515	0.01651	50.2	147.97	1068.3	147.99	990.2	1138.2	0.2631	1.8109
190	9.343	0.01657	41.0	158.00	1071.3	158.03	984.1	1142.1	0.2787	1.7932
200	11.529	0.01663	33.6	168.04	1074.2	168.07	977.9	1145.9	0.2940	1.7762

Temp. °F T	Presión psia P	Volumen específico		Energía interna		Entalpía			Entropía	
		Líquido saturado v_f	Vapor saturado v_g	Líquido saturado u_f	Vapor saturado u_g	Líquido saturado h_f	Evap. h_{fg}	Vapor saturado h_g	Líquido saturado s_f	Vapor saturado s_g
210	14.13	0.01670	27.82	178.1	1077.0	178.1	971.6	1149.7	0.3091	1.7599
212	14.70	0.01672	26.80	180.1	1077.6	180.2	970.3	1150.5	0.3121	1.7567
220	17.19	0.01677	23.15	188.2	1079.8	188.2	965.3	1153.5	0.3241	1.7441
230	20.78	0.01685	19.39	198.3	1082.6	198.3	958.8	1157.1	0.3388	1.7289
240	24.97	0.01692	16.33	208.4	1085.3	208.4	952.3	1160.7	0.3534	1.7143
250	29.82	0.01700	13.83	218.5	1087.9	218.6	945.6	1164.2	0.3677	1.7001
260	35.42	0.01708	11.77	228.6	1090.5	228.8	938.8	1167.6	0.3819	1.6864
270	41.85	0.01717	10.07	238.8	1093.0	239.0	932.0	1170.9	0.3960	1.6731
280	49.18	0.01726	8.65	249.0	1095.4	249.2	924.9	1174.1	0.4099	1.6602
290	57.53	0.01735	7.47	259.3	1097.7	259.4	917.8	1177.2	0.4236	1.6477
300	66.98	0.01745	6.472	269.5	1100.0	269.7	910.4	1180.2	0.4372	1.6356
310	77.64	0.01755	5.632	279.8	1102.1	280.1	903.0	1183.0	0.4507	1.6238
320	89.60	0.01765	4.919	290.1	1104.2	290.4	895.3	1185.8	0.4640	1.6123
330	103.00	0.01776	4.312	300.5	1106.2	300.8	887.5	1188.4	0.4772	1.6010
340	117.93	0.01787	3.792	310.9	1108.0	311.3	879.5	1190.8	0.4903	1.5901
350	134.53	0.01799	3.346	321.4	1109.8	321.8	871.3	1193.1	0.5033	1.5793
360	152.92	0.01811	2.961	331.8	1111.4	332.4	862.9	1195.2	0.5162	1.5688
370	173.23	0.01823	2.628	342.4	1112.9	343.0	854.2	1197.2	0.5289	1.5585
380	195.60	0.01836	2.339	353.0	1114.3	353.6	845.4	1199.0	0.5416	1.5483
390	220.2	0.01850	2.087	363.6	1115.6	364.3	836.2	1200.6	0.5542	1.5383
400	247.1	0.01864	1.866	374.3	1116.6	375.1	826.8	1202.0	0.5667	1.5284
410	276.5	0.01878	1.673	385.0	1117.6	386.0	817.2	1203.1	0.5792	1.5187
420	308.5	0.01894	1.502	395.8	1118.3	396.9	807.2	1204.1	0.5915	1.5091
430	343.3	0.01909	1.352	406.7	1118.9	407.9	796.9	1204.8	0.6038	1.4995
440	381.2	0.01926	1.219	417.6	1119.3	419.0	786.3	1205.3	0.6161	1.4900
450	422.1	0.01943	1.1011	428.6	1119.5	430.2	775.4	1205.6	0.6282	1.4806
460	466.3	0.01961	0.9961	439.7	1119.6	441.4	764.1	1205.5	0.6404	1.4712
470	514.1	0.01980	0.9025	450.9	1119.4	452.8	752.4	1205.2	0.6525	1.4618
480	565.5	0.02000	0.8187	462.2	1118.9	464.3	740.3	1204.6	0.6646	1.4524
490	620.7	0.02021	0.7436	473.6	1118.3	475.9	727.8	1203.7	0.6767	1.4430
500	680.0	0.02043	0.6761	485.1	1117.4	487.7	714.8	1202.5	0.6888	1.4335
520	811.4	0.02091	0.5605	508.5	1114.8	511.7	687.3	1198.9	0.7130	1.4145
540	961.5	0.02145	0.4658	532.6	1111.0	536.4	657.5	1193.8	0.7374	1.3950
560	1131.8	0.02207	0.3877	548.4	1105.8	562.0	625.0	1187.0	0.7620	1.3749
580	1324.3	0.02278	0.3225	583.1	1098.9	588.6	589.3	1178.0	0.7872	1.3540
600	1541.0	0.02363	0.2677	609.9	1090.0	616.7	549.7	1166.4	0.8130	1.3317
620	1784.4	0.02465	0.2209	638.3	1078.5	646.4	505.0	1151.4	0.8398	1.3075
640	2057.1	0.02593	0.1805	668.7	1063.2	678.6	453.4	1131.9	0.8681	1.2803
660	2362	0.02767	0.1446	702.3	1042.3	714.4	391.1	1105.5	0.8990	1.2483
680	2705	0.03032	0.1113	741.7	1011.0	756.9	309.8	1066.7	0.9350	1.2068
700	3090	0.03666	0.0744	801.7	947.7	822.7	167.5	990.2	0.9902	1.1346
705.4	3204	0.05053	0.05053	872.6	872.6	902.5	0	902.5	1.0580	1.0580

FUENTE: Energía mediante vapor, aire o gas. Severns, W.H. 1976.

Nota: La página inmediata anterior pertenece a la presente fuente.

Propiedades del agua saturada: tabla de presión

v , pie³/lb; u y h , Btu/lb; s , Btu/(lb)(°R)

Pres. abs. lb/pulg ² P	Temp. °F T	Volumen específico		Energía interna		Entalpía			Entropía			Pres. abs. psi P
		Líquido saturado v_f	Vapor saturado v_g	Líquido saturado u_f	Vapor saturado u_g	Líquido saturado h_f	Evap. h_{fg}	Vapor saturado h_g	Líquido saturado s_f	Evap. s_{fg}	Vapor saturado s_g	
0.4	72.84	0.01606	792.0	40.94	1034.7	40.94	1052.3	1093.3	0.0800	1.9760	2.0559	0.4
0.6	85.19	0.01609	540.0	53.26	1038.7	53.27	1045.4	1098.6	0.1029	1.9184	2.0213	0.6
0.8	94.35	0.01611	411.7	62.41	1041.7	62.41	1040.2	1102.6	0.1195	1.8773	1.9968	0.8
1.0	101.70	0.01614	333.6	69.74	1044.0	69.74	1036.0	1105.8	0.1327	1.8453	1.9779	1.0
1.2	107.88	0.01616	280.9	75.90	1046.0	75.90	1032.5	1108.4	0.1436	1.8190	1.9626	1.2
1.5	115.65	0.01619	227.7	83.65	1048.5	83.65	1028.0	1111.7	0.1571	1.7867	1.9438	1.5
2.0	126.04	0.01623	173.75	94.02	1051.8	94.02	1022.1	1116.1	0.1750	1.7448	1.9198	2.0
3.0	141.43	0.01630	118.72	109.38	1056.6	109.39	1013.1	1122.5	0.2009	1.6852	1.8861	3.0
4.0	152.93	0.01636	90.64	120.88	1060.2	120.89	1006.4	1127.3	0.2198	1.6426	1.8624	4.0
5.0	162.21	0.01641	73.53	130.15	1063.0	130.17	1000.9	1131.0	0.2349	1.6093	1.8441	5.0
6.0	170.03	0.01645	61.98	137.98	1065.4	138.00	996.2	1134.2	0.2474	1.5819	1.8292	6.0
7.0	176.82	0.01649	53.65	144.78	1067.4	144.80	992.1	1136.9	0.2581	1.5585	1.8167	7.0
8.0	182.84	0.01653	47.35	150.81	1069.2	150.84	988.4	1139.3	0.2675	1.5383	1.8058	8.0
9.0	188.26	0.01656	42.41	156.25	1070.8	156.27	985.1	1141.4	0.2760	1.5203	1.7963	9.0
10	193.19	0.01659	38.42	161.20	1072.2	161.23	982.1	1143.3	0.2836	1.5041	1.7877	10
14.696	211.99	0.01672	26.80	180.10	1077.6	180.15	970.4	1150.5	0.3121	1.4446	1.7567	14.696
15	213.03	0.01672	26.29	181.14	1077.9	181.19	969.7	1150.9	0.3137	1.4414	1.7551	15
20	227.96	0.01683	20.09	196.19	1082.0	196.26	960.1	1156.4	0.3358	1.3962	1.7320	20
25	240.08	0.01692	16.31	208.44	1085.3	208.52	952.2	1160.7	0.3535	1.3607	1.7142	25
30	250.34	0.01700	13.75	218.84	1088.0	218.93	945.4	1164.3	0.3682	1.3314	1.6996	30
35	259.30	0.01708	11.90	227.93	1090.3	228.04	939.3	1167.4	0.3809	1.3064	1.6873	35
40	267.26	0.01715	10.50	236.03	1092.3	236.16	933.8	1170.0	0.3921	1.2845	1.6767	40
45	274.46	0.01721	9.40	243.37	1094.0	243.51	928.8	1172.3	0.4022	1.2651	1.6673	45
50	281.03	0.01727	8.52	250.08	1095.6	250.24	924.2	1174.4	0.4113	1.2476	1.6589	50
55	287.10	0.01733	7.79	256.28	1097.0	256.46	919.9	1176.3	0.4196	1.2317	1.6513	55

Pres. abs. lb/pulg ² P	Temp., °F T	Volumen específico		Energía interna		Entalpia			Entropía			Pres. abs. lb/pulg ² P
		Líquido saturado v_f	Vapor saturado v_g	Líquido saturado u_f	Vapor saturado u_g	Líquido saturado h_f	Evap. h_{fg}	Vapor saturado h_g	Líquido saturado s_f	Evap. s_{fg}	Vapor saturado s_g	
60	292.73	0.01738	7.177	262.1	1098.3	262.2	915.8	1178.0	0.4273	1.2170	1.6443	60
65	298.00	0.01743	6.647	267.5	1099.5	267.7	911.9	1179.6	0.4345	1.2035	1.6380	65
70	302.96	0.01748	6.209	272.6	1100.6	272.8	908.3	1181.0	0.4412	1.1909	1.6321	70
75	307.63	0.01752	5.818	277.4	1101.6	277.6	904.8	1182.4	0.4475	1.1790	1.6265	75
80	312.07	0.01757	5.474	282.0	1102.6	282.2	901.4	1183.6	0.4534	1.1679	1.6213	80
85	316.29	0.01761	5.170	286.3	1103.5	286.6	898.2	1184.8	0.4591	1.1574	1.6165	85
90	320.31	0.01766	4.898	290.5	1104.3	290.8	895.1	1185.9	0.4644	1.1475	1.6119	90
95	324.16	0.01770	4.654	294.5	1105.0	294.8	892.1	1186.9	0.4695	1.1380	1.6075	95
100	327.86	0.01774	4.434	298.3	1105.8	298.6	889.2	1187.8	0.4744	1.1290	1.6034	100
110	334.82	0.01781	4.051	305.5	1107.1	305.9	883.7	1189.6	0.4836	1.1122	1.5958	110
120	341.30	0.01789	3.730	312.3	1108.3	312.7	878.5	1191.1	0.4920	1.0966	1.5886	120
130	347.37	0.01796	3.457	318.6	1109.4	319.0	873.5	1192.5	0.4999	1.0822	1.5821	130
140	353.08	0.01802	3.221	324.6	1110.3	325.1	868.7	1193.8	0.5073	1.0688	1.5761	140
150	358.48	0.01809	3.016	330.2	1111.2	330.8	864.2	1194.9	0.5142	1.0562	1.5704	150
160	363.60	0.01815	2.836	335.6	1112.0	336.2	859.8	1196.0	0.5208	1.0443	1.5651	160
170	368.47	0.01821	2.676	340.8	1112.7	341.3	855.6	1196.9	0.5270	1.0330	1.5600	170
180	373.13	0.01827	2.553	345.7	1113.4	346.3	851.5	1197.8	0.5329	1.0223	1.5552	180
190	377.59	0.01833	2.405	350.4	1114.0	351.0	847.5	1198.6	0.5386	1.0122	1.5508	190
200	381.86	0.01839	2.289	354.9	1114.6	355.6	843.7	1199.3	0.5440	1.0025	1.5465	200
250	401.04	0.01865	1.845	375.4	1116.7	376.2	825.8	1202.1	0.5680	0.9594	1.5274	250
300	417.43	0.01890	1.544	393.0	1118.2	394.1	809.8	1203.9	0.5883	0.9232	1.5115	300
350	431.82	0.01912	1.327	408.7	1119.0	409.9	795.0	1204.9	0.6060	0.8917	1.4977	350
400	444.70	0.01934	1.162	422.8	1119.5	424.2	781.2	1205.5	0.6218	0.8638	1.4856	400
450	456.39	0.01955	1.033	435.7	1119.6	437.4	768.2	1205.6	0.6360	0.8385	1.4745	450
500	467.13	0.01975	0.928	447.7	1119.4	449.5	755.8	1205.3	0.6490	0.8154	1.4644	500

Pres. abs. lb/pulg ² P	Temp., °F T	Volumen específico		Energía interna		Entalpia			Entropía			Pres. abs. lb/pulg ² P
		Líquido saturado v_f	Vapor saturado v_g	Líquido saturado u_f	Vapor saturado u_g	Líquido saturado h_f	Evap. h_{fg}	Vapor saturado h_g	Líquido saturado s_f	Evap. s_{fg}	Vapor saturado s_g	
550	477.07	0.01994	0.842	458.9	1119.1	460.9	743.9	1204.8	0.6611	0.7941	1.4551	550
600	486.33	0.02013	0.770	469.4	1118.6	471.7	732.4	1204.1	0.6723	0.7742	1.4464	600
700	503.23	0.02051	0.656	488.9	1117.0	491.5	710.5	1202.0	0.6927	0.7378	1.4305	700
800	518.36	0.02087	0.569	506.6	1115.0	509.7	689.6	1199.3	0.7110	0.7050	1.4160	800
900	532.12	0.02123	0.501	523.0	1112.6	526.6	669.3	1196.0	0.7277	0.6750	1.4027	900
1000	544.75	0.02159	0.446	538.4	1109.9	542.4	650.0	1192.4	0.7432	0.6471	1.3903	1000
1100	556.45	0.02195	0.401	552.9	1106.8	557.4	631.0	1188.3	0.7576	0.6209	1.3786	1100
1200	567.37	0.02232	0.362	566.7	1103.5	571.7	612.3	1183.9	0.7712	0.5961	1.3673	1200
1300	577.60	0.02269	0.330	579.9	1099.8	585.4	593.8	1179.2	0.7841	0.5724	1.3565	1300
1400	587.25	0.02307	0.302	592.7	1096.0	598.6	575.5	1174.1	0.7964	0.5497	1.3461	1400
1500	596.39	0.02346	0.277	605.0	1091.8	611.5	557.2	1168.7	0.8082	0.5276	1.3359	1500
1600	605.06	0.02386	0.255	616.9	1087.4	624.0	538.9	1162.9	0.8196	0.5062	1.3258	1600
1700	613.32	0.02428	0.236	628.6	1082.7	636.2	520.6	1156.9	0.8307	0.4852	1.3159	1700
1800	621.21	0.02472	0.218	640.0	1077.7	648.3	502.1	1150.4	0.8414	0.4645	1.3060	1800
1900	628.76	0.02517	0.203	651.3	1072.3	660.1	483.4	1143.5	0.8519	0.4441	1.2961	1900
2000	636.00	0.02565	0.188	662.4	1066.6	671.9	464.4	1136.3	0.8623	0.4238	1.2861	2000
2250	652.90	0.02698	0.157	689.9	1050.6	701.1	414.8	1115.9	0.8876	0.3728	1.2604	2250
2500	668.31	0.02860	0.131	717.7	1031.0	730.9	360.5	1091.4	0.9131	0.3196	1.2327	2500
2750	682.46	0.03077	0.107	747.3	1005.9	763.0	297.4	1060.4	0.9401	0.2604	1.2005	2750
3000	695.52	0.03431	0.084	783.4	968.8	802.5	213.0	1015.5	0.9732	0.1843	1.1575	3000
3203.6	705.44	0.05053	0.0505	872.6	872.6	902.5	0	902.5	1.0580	0	1.0580	3203.6

FUENTE: Energía mediante vapor, aire o gas. Severns, W.H. 1976.

Nota: La página inmediata anterior pertenece a la presente fuente.

Propiedades del agua: tabla de vapor sobrecalentado

v , pie³/lb; u y h , Btu/lb; s , Btu/(lb)(°R)

Temp., °F	v	u	h	s	v	u	h	s
	1 lb/pulg ² a ($T_{sat} = 101.7^\circ\text{F}$)				5 lb/pulg ² a ($T_{sat} = 162.2^\circ\text{F}$)			
Sat.	333.6	1044.0	1105.8	1.9779	73.53	1063.0	1131.0	1.8441
150	362.6	1060.4	1127.5	2.0151				
200	392.5	1077.5	1150.1	2.0508	78.15	1076.0	1148.6	1.8715
250	422.4	1094.7	1172.8	2.0839	84.21	1093.8	1171.7	1.9052
300	452.3	1112.0	1195.7	2.1150	90.24	1111.3	1194.8	1.9367
400	511.9	1147.0	1241.8	2.1720	102.24	1146.6	1241.2	1.9941
500	571.5	1182.8	1288.5	2.2235	114.20	1182.5	1288.2	2.0458
600	631.1	1219.3	1336.1	2.2706	126.15	1219.1	1335.8	2.0930
700	690.7	1256.7	1384.5	2.3142	138.08	1256.5	1384.3	2.1367
800	750.3	1294.4	1433.7	2.3550	150.01	1294.7	1433.5	2.1775
900	809.9	1333.9	1483.8	2.3932	161.94	1333.8	1483.7	2.2158
1000	869.5	1373.9	1534.8	2.4294	173.86	1373.9	1534.7	2.2520
					10 lb/pulg ² a ($T_{sat} = 193.2^\circ\text{F}$)			
					14.7 lb/pulg ² a ($T_{sat} = 212.0^\circ\text{F}$)			
Sat.	38.42	1072.2	1143.3	1.7877	26.80	1077.6	1150.5	1.7567
200	38.85	1074.7	1146.6	1.7927				
250	41.95	1092.6	1170.2	1.8272	28.42	1091.5	1168.8	1.7832
300	44.99	1110.4	1193.7	1.8592	30.52	1109.6	1192.6	1.8157
400	51.03	1146.1	1240.5	1.9171	34.67	1145.6	1239.9	1.8741
500	57.04	1182.2	1287.7	1.9690	38.77	1181.8	1287.3	1.9263
600	63.03	1218.9	1335.5	2.0164	42.86	1218.6	1335.2	1.9737
700	69.01	1256.3	1384.0	2.0601	46.93	1256.1	1383.8	2.0175
800	74.98	1294.6	1433.3	2.1009	51.00	1294.4	1433.1	2.0584
900	80.95	1333.7	1483.5	2.1393	55.07	1333.6	1483.4	2.0967
1000	86.91	1373.8	1534.6	2.1755	59.13	1373.7	1534.5	2.1330
1100	92.88	1414.7	1586.6	2.2099	63.19	1414.6	1586.4	2.1674
					20 lb/pulg ² a ($T_{sat} = 228.0^\circ\text{F}$)			
					40 lb/pulg ² a ($T_{sat} = 267.3^\circ\text{F}$)			
Sat.	20.09	1082.0	1156.4	1.7320	10.50	1093.3	1170.0	1.6767
250	20.79	1090.3	1167.2	1.7475				
300	22.36	1108.7	1191.5	1.7805	11.04	1105.1	1186.8	1.6993
350	23.90	1126.9	1215.4	1.8110	11.84	1124.2	1211.8	1.7312
400	25.43	1145.1	1239.2	1.8395	12.62	1143.0	1236.4	1.7606
500	28.46	1181.5	1286.8	1.8919	14.16	1180.1	1284.9	1.8140
600	31.47	1218.4	1334.8	1.9395	15.69	1217.3	1333.4	1.8621
700	34.47	1255.9	1383.5	1.9834	17.20	1255.1	1382.4	1.9063
800	37.46	1294.3	1432.9	2.0243	18.70	1293.7	1432.1	1.9474
900	40.45	1333.5	1483.2	2.0627	20.20	1333.0	1482.5	1.9859
1000	43.44	1373.5	1534.3	2.0989	21.70	1373.1	1533.8	2.0223
1100	46.42	1414.5	1586.3	2.1334	23.20	1414.2	1585.9	2.0568

Temp., °F	60 lb/pulg ² a (T _{atm} = 292.7°F)					80 lb/pulg ² a (T _{atm} = 312.1°F)				
	v	u	h	s		v	u	h	s	
Sat.	7.17	1098.3	1178.0	1.6444		5.47	1102.6	1183.6	1.6214	
300	7.26	1101.3	1181.9	1.6496						
350	7.82	1121.4	1208.2	1.6830		5.80	1118.5	1204.3	1.6476	
400	8.35	1140.8	1233.5	1.7134		6.22	1138.5	1230.6	1.6790	
500	9.40	1178.6	1283.0	1.7678		7.02	1177.2	1281.1	1.7346	
600	10.43	1216.3	1332.1	1.8165		7.79	1215.3	1330.7	1.7838	
700	11.44	1254.4	1381.4	1.8609		8.56	1253.6	1380.3	1.8285	
800	12.45	1293.0	1431.2	1.9022		9.32	1292.4	1430.4	1.8700	
900	13.45	1332.5	1481.8	1.9408		10.08	1332.0	1481.2	1.9087	
1000	14.45	1372.7	1533.2	1.9773		10.83	1372.3	1532.6	1.9453	
1100	15.45	1413.8	1585.4	2.0119		11.58	1413.5	1584.9	1.9799	
1200	16.45	1455.8	1638.5	2.0448		12.33	1455.5	1638.1	2.0130	
100 lb/pulg ² a (T _{atm} = 327.8°F)										
Sat.	4.434	1105.8	1187.8	1.6034		3.730	1108.3	1191.1	1.5886	
350	4.592	1115.4	1200.4	1.6191		3.783	1112.2	1196.2	1.5950	
400	4.934	1136.2	1227.5	1.6517		4.079	1133.8	1224.4	1.6288	
450	5.265	1156.2	1253.6	1.6812		4.360	1154.3	1251.2	1.6590	
500	5.587	1175.7	1279.1	1.7085		4.633	1174.2	1277.8	1.6868	
600	6.216	1214.2	1329.3	1.7582		5.164	1213.2	1327.8	1.7371	
700	6.834	1252.8	1379.2	1.8033		5.682	1252.0	1378.2	1.7825	
800	7.445	1291.8	1429.6	1.8449		6.195	1291.2	1428.7	1.8243	
900	8.053	1331.5	1480.5	1.8838		6.703	1330.9	1479.8	1.8633	
1000	8.657	1371.9	1532.1	1.9204		7.208	1371.5	1531.5	1.9000	
1100	9.260	1413.1	1584.5	1.9551		7.711	1412.8	1584.0	1.9348	
1200	9.861	1455.2	1637.7	1.9882		8.213	1454.9	1637.3	1.9679	
140 lb/pulg ² a (T _{atm} = 353.1°F)										
Sat.	3.221	1110.3	1193.8	1.5761		2.836	1112.0	1196.0	1.5651	
400	3.466	1131.4	1221.2	1.6088		3.007	1128.8	1217.8	1.5911	
450	3.713	1152.4	1248.6	1.6399		3.228	1150.5	1246.1	1.6230	
500	3.952	1172.7	1275.1	1.6682		3.440	1171.2	1273.0	1.6518	
550	4.184	1192.5	1300.9	1.6945		3.646	1191.3	1299.2	1.6785	
600	4.412	1212.1	1326.4	1.7191		3.848	1211.1	1325.0	1.7034	
700	4.860	1251.2	1377.1	1.7648		4.243	1250.4	1376.0	1.7494	
800	5.301	1290.5	1427.9	1.8068		4.631	1289.9	1427.0	1.7916	
900	5.729	1330.4	1479.1	1.8459		5.015	1329.9	1478.4	1.8308	
1000	6.173	1371.0	1531.0	1.8827		5.397	1370.6	1530.4	1.8677	
1100	6.605	1412.4	1583.6	1.9176		5.776	1412.1	1583.1	1.9026	
1200	7.036	1454.6	1636.9	1.9507		6.154	1454.3	1636.5	1.9358	

Temp., °F	180 lb/pulg ² a (T _{atm} = 373.1°F)					200 lb/pulg ² a (T _{atm} = 381.8°F)				
	v	u	h	s		v	u	h	s	
Sat.	2.533	113.4	1197.8	1.5553		2.289	1114.6	1199.3	1.5464	
400	2.648	1126.2	1214.4	1.5749		2.361	1123.5	1210.8	1.5600	
450	2.850	1148.5	1243.4	1.6078		2.548	1146.4	1240.7	1.5938	
500	3.042	1169.6	1270.9	1.6372		2.724	1168.0	1268.8	1.6239	
550	3.228	1190.0	1297.5	1.6642		2.893	1188.7	1295.7	1.6512	
600	3.409	1210.6	1323.5	1.6893		3.058	1208.9	1322.1	1.6767	
700	3.763	1249.6	1374.9	1.7357		3.379	1248.8	1373.8	1.7234	
800	4.110	1289.3	1426.2	1.7781		3.693	1288.6	1425.3	1.7660	
900	4.453	1329.4	1477.7	1.8174		4.003	1328.9	1477.1	1.8055	
1000	4.793	1370.2	1529.8	1.8545		4.310	1369.8	1529.3	1.8425	
1100	5.131	1411.7	1582.6	1.8894		4.615	1411.4	1582.2	1.8776	
1200	5.467	1454.0	1636.1	1.9227		4.918	1453.7	1635.7	1.9109	
250 lb/pulg ² a (T _{atm} = 401.0°F)										
Sat.	1.845	1116.7	1202.1	1.5274		1.544	1118.2	1203.9	1.5115	
450	2.002	1141.1	1233.7	1.5632		1.636	1135.4	1226.2	1.5365	
500	2.150	1163.8	1263.3	1.5948		1.766	1159.5	1257.5	1.5701	
550	2.290	1185.3	1291.3	1.6233		1.888	1181.9	1286.7	1.5997	
600	2.426	1206.1	1318.3	1.6494		2.004	1203.2	1314.5	1.6266	
700	2.688	1246.7	1371.1	1.6970		2.227	1244.0	1368.3	1.6751	
800	2.943	1287.0	1423.2	1.7301		2.442	1285.4	1421.0	1.7187	
900	3.193	1327.6	1475.3	1.7799		2.653	1326.3	1473.6	1.7589	
1000	3.440	1368.7	1527.9	1.8172		2.860	1367.7	1526.5	1.7964	
1100	3.685	1410.5	1581.0	1.8524		3.066	1409.6	1579.8	1.8317	
1200	3.929	1453.0	1634.8	1.8858		3.270	1452.2	1633.8	1.8653	
1300	4.172	1496.3	1689.3	1.9177		3.473	1495.6	1688.4	1.8973	
350 lb/pulg ² a (T _{atm} = 431.8°F)										
Sat.	1.327	1119.0	1204.9	1.4978		1.162	1119.5	1205.5	1.4856	
450	1.373	1129.2	1218.2	1.5125		1.175	1122.6	1209.6	1.4901	
500	1.491	1154.9	1251.5	1.5482		1.284	1150.1	1245.2	1.5282	
550	1.600	1178.3	1281.9	1.5790		1.383	1174.6	1277.0	1.5605	
600	1.703	1200.3	1310.6	1.6068		1.476	1197.3	1306.6	1.5992	
700	1.898	1242.5	1365.4	1.6562		1.650	1240.4	1362.5	1.6397	
800	2.085	1283.8	1418.8	1.7004		1.816	1282.1	1416.6	1.6844	
900	2.267	1325.0	1471.8	1.7409		1.978	1323.7	1470.1	1.7252	
1000	2.446	1366.6	1525.0	1.7787		2.136	1365.5	1523.6	1.7632	
1100	2.624	1408.7	1578.6	1.8142		2.292	1407.8	1577.4	1.7989	
1200	2.799	1451.5	1632.8	1.8478		2.446	1450.7	1631.8	1.8327	
1300	2.974	1495.0	1687.6	1.8799		2.599	1494.3	1686.8	1.8648	
400 lb/pulg ² a (T _{atm} = 444.7°F)										

Temp., °F	450 lb/pulg ² a (T _{sat} = 456.4°F)					500 lb/pulg ² a (T _{sat} = 467.1°F)				
	D	u	h	s	D	u	h	s		
Sat.	1.033	1119.6	1205.6	1.4746	0.928	1119.4	1205.3	1.4645		
500	1.123	1145.1	1238.5	1.5097	0.992	1139.7	1231.5	1.4923		
550	1.215	1170.7	1271.9	1.5436	1.079	1166.7	1266.6	1.5279		
600	1.300	1194.3	1302.5	1.5732	1.158	1191.1	1298.3	1.5585		
700	1.458	1238.2	1359.6	1.6248	1.304	1236.0	1356.7	1.6112		
800	1.608	1280.5	1414.4	1.6701	1.441	1278.8	1412.1	1.6571		
900	1.752	1322.4	1468.3	1.7113	1.572	1321.0	1466.5	1.6987		
1000	1.894	1364.4	1522.2	1.7495	1.701	1363.3	1520.7	1.7471		
1100	2.034	1406.9	1576.3	1.7853	1.827	1406.0	1575.1	1.7731		
1200	2.172	1450.0	1630.8	1.8192	1.952	1449.2	1629.8	1.8072		
1300	2.308	1493.7	1685.9	1.8515	2.075	1493.1	1685.1	1.8395		
1400	2.444	1538.1	1741.7	1.8823	2.198	1537.6	1741.0	1.8704		

Temp., °F	1000 lb/pulg ² a (T _{sat} = 544.7°F)					1200 lb/pulg ² a (T _{sat} = 567.4°F)				
	D	u	h	s	D	u	h	s		
Sat.	0.446	1109.0	1192.4	1.3903	0.362	1103.5	1183.9	1.3673		
600	0.514	1153.7	1248.8	1.4450	0.402	1134.4	1223.6	1.4054		
650	0.564	1184.7	1289.1	1.4822	0.450	1170.9	1270.8	1.4490		
700	0.608	1212.0	1324.6	1.5135	0.491	1201.3	1310.2	1.4837		
800	0.688	1261.2	1388.5	1.5665	0.562	1253.7	1378.4	1.5492		
900	0.761	1307.3	1448.1	1.6120	0.626	1301.5	1440.4	1.5876		
1000	0.831	1357.2	1505.9	1.6530	0.685	1347.5	1499.7	1.6297		
1100	0.898	1396.8	1562.9	1.6908	0.743	1393.0	1557.9	1.6682		
1200	0.963	1441.5	1619.7	1.7261	0.798	1438.3	1615.5	1.7040		
1300	1.027	1486.5	1676.5	1.7593	0.853	1483.8	1673.1	1.7377		
1400	1.091	1531.9	1733.7	1.7909	0.906	1529.6	1730.7	1.7696		
1600	1.215	1624.4	1849.3	1.8499	1.011	1622.6	1847.1	1.8290		

Temp., °F	600 lb/pulg ² a (T _{sat} = 486.3°F)					700 lb/pulg ² a (T _{sat} = 503.2°F)				
	D	u	h	s	D	u	h	s		
Sat.	0.770	1118.6	1204.1	1.4464	0.656	1117.0	1202.0	1.4305		
500	0.795	1128.0	1216.2	1.4592	0.728	1149.0	1243.2	1.4723		
550	0.875	1158.2	1255.4	1.4990	0.793	1177.5	1280.2	1.5081		
600	0.946	1184.5	1289.5	1.5320	0.907	1226.9	1344.4	1.5661		
700	1.073	1231.5	1350.6	1.5872	1.011	1272.0	1402.9	1.6145		
800	1.190	1275.4	1407.6	1.6343	1.109	1315.6	1459.3	1.6576		
900	1.302	1318.4	1462.9	1.6766	1.204	1358.9	1514.9	1.6970		
1000	1.411	1361.2	1517.8	1.7155	1.296	1402.4	1570.2	1.7337		
1100	1.517	1404.2	1572.7	1.7519	1.387	1446.2	1625.8	1.7682		
1200	1.622	1447.7	1627.8	1.7861	1.476	1490.4	1681.7	1.8009		
1300	1.726	1491.7	1683.4	1.8186	1.565	1535.3	1738.1	1.8321		
1400	1.829	1536.5	1739.5	1.8497						

Temp., °F	1400 lb/pulg ² a (T _{sat} = 587.2°F)					1600 lb/pulg ² a (T _{sat} = 605.1°F)				
	D	u	h	s	D	u	h	s		
Sat.	0.302	1096.0	1174.1	1.3461	0.255	1087.4	1162.9	1.3258		
600	0.318	1110.9	1193.1	1.3641	0.303	1137.8	1227.4	1.3852		
650	0.367	1155.5	1250.5	1.4171	0.342	1177.0	1278.1	1.4299		
700	0.406	1189.6	1294.8	1.4562	0.403	1237.7	1357.0	1.4953		
800	0.471	1245.8	1367.9	1.5168	0.466	1289.5	1424.4	1.5468		
900	0.529	1295.6	1432.5	1.5661	0.504	1338.0	1487.1	1.5913		
1000	0.582	1342.8	1493.5	1.6094	0.549	1385.2	1547.7	1.6315		
1100	0.632	1389.1	1552.8	1.6487	0.592	1431.8	1607.1	1.6684		
1200	0.681	1435.1	1611.4	1.6851	0.634	1478.3	1666.1	1.7029		
1300	0.728	1481.1	1669.6	1.7192	0.675	1524.9	1724.8	1.7354		
1400	0.774	1527.2	1727.8	1.7513	0.755	1619.0	1842.6	1.7955		
1600	0.865	1620.8	1844.8	1.8111						

Temp., °F	800 lb/pulg ² a (T _{sat} = 518.3°F)					900 lb/pulg ² a (T _{sat} = 532.1°F)				
	D	u	h	s	D	u	h	s		
Sat.	0.569	1115.0	1199.3	1.4160	0.501	1112.6	1196.0	1.4027		
550	0.615	1138.8	1229.9	1.4469	0.527	1127.5	1215.2	1.4219		
600	0.677	1170.1	1270.4	1.4861	0.587	1162.2	1260.0	1.4652		
650	0.732	1197.2	1305.6	1.5186	0.639	1191.1	1297.5	1.4999		
700	0.783	1222.1	1338.0	1.5471	0.686	1217.9	1331.4	1.5297		
800	0.876	1268.5	1398.2	1.5969	0.772	1264.9	1393.4	1.5810		
900	0.964	1312.9	1455.6	1.6408	0.851	1310.1	1451.9	1.6257		
1000	1.048	1356.7	1511.9	1.6807	0.927	1354.5	1508.9	1.6662		
1100	1.130	1400.5	1567.8	1.7178	1.001	1398.7	1565.4	1.7036		
1200	1.210	1444.6	1623.8	1.7526	1.073	1443.0	1621.7	1.7386		
1300	1.289	1489.1	1680.0	1.7854	1.144	1487.8	1677.3	1.7717		
1400	1.367	1534.2	1736.6	1.8167	1.214	1533.0	1735.1	1.8031		

Temp., °F	1800 lb/pulg ² a (T _{sat} = 621.2°F)					2000 lb/pulg ² a (T _{sat} = 636.0°F)				
	D	u	h	s	D	u	h	s		
Sat.	0.218	1077.7	1150.4	1.3060	0.188	1066.6	1136.3	1.2861		
650	0.251	1117.0	1200.4	1.3517	0.206	1091.1	1167.2	1.3141		
700	0.291	1163.1	1259.9	1.4042	0.249	1147.7	1239.8	1.3782		
750	0.332	1198.6	1305.9	1.4430	0.280	1187.3	1291.1	1.4216		
800	0.350	1229.1	1345.7	1.4753	0.307	1220.1	1333.8	1.4562		
900	0.399	1283.2	1416.1	1.5291	0.353	1276.8	1407.6	1.5126		
1000	0.443	1333.1	1480.7	1.5749	0.395	1328.1	1474.1	1.5598		
1100	0.484	1381.2	1542.5	1.6159	0.433	1377.2	1537.2	1.6017		
1200	0.524	1428.5	1602.9	1.6534	0.469	1425.2	1598.6	1.6398		
1300	0.561	1475.5	1662.5	1.6883	0.503	1472.7	1659.0	1.6751		
1400	0.598	1522.5	1721.8	1.7211	0.537	1520.2	1718.8	1.7082		
1600	0.670	1617.2	1840.4	1.7817	0.602	1615.4	1838.2	1.7692		

Temp., °F	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>h</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>h</i>	<i>s</i>
	2500 lb/pulg ² a (<i>T</i> _{sat} = 668.3°F)				3000 lb/pulg ² a (<i>T</i> _{sat} = 695.5°F)			
Sat.	0.1306	1031.0	1091.4	1.2327	0.0840	968.8	1015.5	1.1575
700	0.1684	1098.7	1176.6	1.3073	0.0977	1003.9	1058.1	1.1944
750	0.2030	1155.2	1249.1	1.3686	0.1483	1114.7	1197.1	1.3122
800	0.2291	1195.7	1301.7	1.4112	0.1757	1167.6	1265.2	1.3675
900	0.2712	1259.9	1385.4	1.4752	0.2160	1241.8	1361.7	1.4414
1000	0.3069	1315.2	1457.2	1.5262	0.2485	1301.7	1439.6	1.4967
1100	0.3393	1366.8	1523.8	1.5704	0.2772	1356.2	1510.1	1.5434
1200	0.3696	1416.7	1587.7	1.6101	0.3086	1408.0	1576.6	1.5848
1300	0.3984	1465.7	1650.0	1.6465	0.3285	1458.5	1640.9	1.6224
1400	0.4261	1514.2	1711.3	1.6804	0.3524	1508.1	1703.7	1.6571
1500	0.4531	1562.5	1772.1	1.7123	0.3754	1557.3	1765.7	1.6896
1600	0.4795	1610.8	1832.6	1.7424	0.3978	1606.3	1827.1	1.7201
	3500 lb/pulg ² a				4000 lb/pulg ² a			
650	0.0249	663.5	679.7	0.8630	0.0245	657.7	675.8	0.8574
700	0.0306	759.5	779.3	0.9506	0.0287	742.1	763.4	0.9345
750	0.1046	1058.4	1126.1	1.2440	0.0633	960.7	1007.5	1.1395
800	0.1363	1134.7	1223.0	1.3226	0.1052	1095.0	1172.9	1.2740
900	0.1763	1222.4	1336.5	1.4096	0.1462	1201.5	1309.7	1.3789
1000	0.2060	1287.6	1421.4	1.4699	0.1752	1272.9	1402.6	1.4449
1100	0.2328	1345.2	1496.0	1.5193	0.1995	1333.9	1481.6	1.4973
1200	0.2566	1399.2	1565.3	1.5624	0.2213	1390.1	1553.9	1.5423
1300	0.2787	1451.1	1631.7	1.6012	0.2414	1443.7	1622.4	1.5823
1400	0.2997	1501.9	1696.1	1.6368	0.2603	1495.7	1688.4	1.6188
1500	0.3199	1552.0	1759.2	1.6699	0.2784	1546.7	1752.8	1.6526
1600	0.3395	1601.7	1831.6	1.7010	0.2959	1597.1	1816.1	1.6841
	4400 lb/pulg ² a				4800 lb/pulg ² a			
650	0.0242	653.6	673.3	0.8535	0.0237	649.8	671.0	0.8499
700	0.0278	732.7	755.3	0.9257	0.0271	725.1	749.1	0.9187
750	0.0415	870.8	904.6	1.0513	0.0352	832.6	863.9	1.0154
800	0.0844	1056.5	1125.3	1.2306	0.0668	1011.2	1070.5	1.1827
900	0.1270	1183.7	1287.1	1.3548	0.1109	1164.8	1263.4	1.3310
1000	0.1552	1260.8	1387.2	1.4260	0.1385	1248.3	1317.4	1.4078
1100	0.1784	1324.7	1469.9	1.4809	0.1608	1315.3	1458.1	1.4653
1200	0.1989	1382.8	1544.7	1.5274	0.1802	1375.4	1535.4	1.5133
1300	0.2176	1437.7	1614.9	1.5685	0.1979	1431.7	1607.4	1.5555
1400	0.2352	1490.7	1682.3	1.6057	0.2143	1485.7	1676.1	1.5934
1500	0.2520	1542.7	1747.6	1.6399	0.2300	1538.2	1742.5	1.6282
1600	0.2681	1593.4	1811.7	1.6718	0.2450	1589.8	1807.4	1.6605

FUENTE: Energía mediante vapor, aire o gas. Severns, W.H. 1976.
Nota: Las tres páginas inmediatas anteriores pertenecen a la presente fuente.