



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

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS  
LABORALES, ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE  
CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S. A.**

**Vinicio Humberto Mérida Alegría**

Asesorado por la Inga. Virginia Isabel González García

Guatemala, junio de 2014



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS  
LABORALES, ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE  
CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**VINICIO HUMBERTO MÉRIDA ALEGRÍA**  
ASESORADO POR LA INGA. VIRGINIA ISABEL GONZÁLEZ GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2014



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS  
LABORALES, ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE  
CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de mayo de 2010.

  
**Vinicio Humberto Mérida Alegría**





Guatemala, 26 de marzo de 2011

Ingeniero  
Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela  
**Escuela Ingeniería Mecánica Industrial**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Estimado Ingeniero Urquizú:

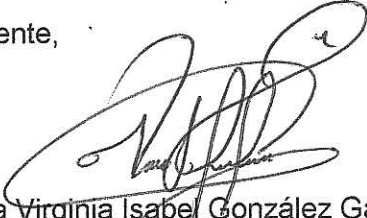
De la manera más respetuosa me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de graduación: **"ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S.A."**, desarrollado por el estudiante de ingeniería mecánica industrial Vinicio Humberto Mérida Alegría, carné 2001-12863.

El proyecto ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos establecidos para los trabajos de graduación y ha contado con mi asesoría y revisión, por lo que recomiendo ampliamente su aprobación.

Sin otro particular y agradeciendo la atención prestada, me suscribo.

Atentamente,

**Virginia Isabel González García**  
INGENIERA MECÁNICA INDUSTRIAL  
COL: No. 6692

  
Ingeniera Virginia Isabel González García  
Colegiada activa No. 6692  
**Asesora**





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Vinicio Humberto Mérida Alegría**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2014.

/mgp





REF.DIR.EMI.101.014

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, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Vinicio Humberto Mérida Alegría**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



. Guatemala, junio de 2014.

/mgp





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 graduación titulado: **ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES, ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Vinicio Humberto Mérida Alegría** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, junio de 2014







## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Misericordia de amor y ternura, tu siervo te agradece Señor, por mis padres, hermanas, el don de la vida, la patria que me diste y este triunfo obtenido. Si no hubiera sido por tí padre, esta culminación hubiera sido imposible, gracias por este título que ofrendo. A tí la honra y la gloria. Amén.
- Mis padres** Dionicio Mérida y Rosa Elida de Mérida. Por su apoyo incondicional, por guiarme siempre en un buen camino, todo su esfuerzo y por animarme cada día, gracias, mil gracias.
- Mi esposa** Gilda Cabrera de Mérida, por su dulzura, comprensión y entrega, por ser una importante influencia en mi carrera.
- Mis hermanas** Aleida y Patricia Mérida, con todo mi amor, gracias por su apoyo y comprensión.
- Mi familia** Con mucho cariño.
- Mis amigos y compañeros de estudio** Con los que he compartido alegría y tristezas, gracias por su amistad y a usted en especial.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Alma máter que me abrió sus puertas, porque en ella forjé mis conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser la casa de estudios que me permitió formarme como profesional.
<b>Mi madre</b>	Rosa Elida Alegría Hernández de Mérida.
<b>Mi padre</b>	Dionicio Cristóbal Mérida Melgar.
<b>Mis hermanas</b>	Aleida Larisa y Patricia Marjorie Mérida Alegría.
<b>Mis abuelos</b>	Candelaria Melgar (q.e.p.d.), Julio Mérida (q.e.p.d.) y Mercedes Hernández (q.e.p.d.), por estar siempre ahí.
<b>Mi asesora</b>	Inga. Virginia Isabel González García
<b>Mi revisor</b>	Ing. Sergio Torres.
<b>Multiperfiles, S. A.</b>	Por prestarme sus instalaciones para la realización de este proyecto.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Ubicación .....	2
1.1.3. Misión .....	2
1.1.4. Visión.....	2
1.2. Productos .....	3
1.2.1. Costanera J .....	3
1.2.2. T-100 .....	5
1.2.3. BC-900 .....	9
1.2.4. Teja Santo Domingo .....	12
1.2.5. Lámina Magnarib .....	14
1.2.6. Lámina traslúcida.....	17
1.2.7. Losa de acero .....	18
1.2.8. Termax .....	24
1.2.9. Línea automatizada de accesorio para techo .....	26
1.3. Materia prima.....	28
1.3.1. Aluzinc (Galvalume).....	28
1.3.2. Prepintada .....	28

2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA .....	29
2.1.	Condiciones actuales de trabajo .....	29
2.1.1.	Condiciones del lugar de trabajo .....	29
2.2.	Máquinas.....	37
2.3.	Electricidad.....	37
2.4.	Transporte de carga.....	37
2.5.	Equipo de protección personal disponible.....	38
2.6.	Protección en planta.....	38
2.7.	Mapa de riesgos y peligros que existen durante el proceso de trabajo .....	39
2.8.	Antecedentes de accidentes que ocurren en la empresa.....	39
2.9.	Frecuencia con la que ocurren accidentes de trabajo en la empresa .....	40
2.10.	Medidas o acciones que se toman en caso de que ocurran accidentes .....	40
2.11.	Conocimiento que tienen patronos y trabajadores sobre las consecuencias de no tomar las medidas necesarias de seguridad e higiene en el trabajo .....	40
3.	PROPUESTA DEL ANÁLISIS DE PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES, ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S. A. ....	43
3.1.	Seguridad e higiene industrial .....	43
3.1.1.	Equipo de protección personal.....	43
3.1.1.1.	Protección de la cabeza .....	44
3.1.1.2.	Protectores auriculares.....	44
3.1.1.3.	Gafas.....	48
3.1.1.4.	Protección respiratoria .....	48

	3.1.1.5.	Protección de manos, pies y piernas ...	48
	3.1.1.6.	Vestidos protectores .....	49
3.1.2.		Evaluación de riesgo .....	49
	3.1.2.1.	Probabilidad de que ocurra el daño.....	49
	3.1.2.2.	Consecuencias que puedan derivarse de la materialización del peligro (severidad del daño) .....	50
3.1.3.		Identificación de peligros de accidentes laborales .....	51
	3.1.3.1.	Caídas de personas a distinto y mismo nivel.....	51
	3.1.3.2.	Caídas de objetos en manipulación o desprendidos .....	51
	3.1.3.3.	Pisadas sobre objetos. ....	53
	3.1.3.4.	Golpes por objetos o herramientas y choques contra objetos.....	56
	3.1.3.5.	Atrapamientos.....	56
	3.1.3.6.	Exposición a contactos eléctricos .....	57
	3.1.3.7.	Accidentes causados por seres vivos. ....	58
3.1.4.		Identificación de peligros por las condiciones de trabajo.....	59
	3.1.4.1.	Condiciones materiales .....	59
		3.1.4.1.1. Pasillos y superficies de tránsito.....	60
		3.1.4.1.2. Espacios de trabajo .....	61
		3.1.4.1.3. Escaleras.....	61
		3.1.4.1.4. Almacenamiento.....	62
		3.1.4.1.5. Manipulación manual....	63

	3.1.4.1.6.	Herramientas de mano .....	63
	3.1.4.1.7.	Máquinas-herramientas fijas y portátiles.....	64
	3.1.4.1.8.	Aparatos y equipos de elevación y transporte ...	65
	3.1.4.1.9.	Instalación eléctrica.....	65
	3.1.4.1.10.	Otros equipos de trabajo e instalaciones ..	68
3.1.5.		Condiciones medioambientales.....	69
	3.1.5.1.	Ruido y vibraciones .....	69
	3.1.5.2.	Radiaciones.....	71
	3.1.5.3.	Calor y frío.....	72
	3.1.5.4.	Iluminación .....	73
3.1.6.		Carga de trabajo.....	75
	3.1.6.1.	Carga física .....	75
	3.1.6.2.	Carga mental.....	77
3.2.		Señalizaciones .....	78
	3.2.1.	Señalización óptica .....	78
	3.2.2.	Señalización acústica .....	79
	3.2.3.	Señalización olfativa.....	80
	3.2.4.	Señalización táctil.....	80
3.3.		Señales de seguridad.....	80
	3.3.1.	De prohibición .....	81
	3.3.2.	De obligación.....	81
	3.3.3.	De prevención .....	82
	3.3.4.	De información .....	82
	3.3.5.	Colores de señalización .....	82



3.3.6.	Balizamiento .....	83
3.3.7.	Iluminación de emergencia .....	84
3.4.	Ruta de evacuación .....	84
3.5.	Higiene .....	85
3.6.	Seguridad .....	85
3.6.1.	El hombre .....	85
3.6.2.	La máquina, dispositivo, equipo y los materiales....	86
3.6.3.	El medio ambiente .....	87
3.6.4.	Iluminación.....	87
3.6.5.	Ventilación .....	87
3.6.6.	Ruidos elevados .....	88
3.6.7.	Falta de orden y limpieza.....	88
3.6.8.	Pisos deteriorados .....	91
3.6.9.	Alta contaminación del ambiente por gases, vapores o polvos.....	91
3.7.	Análisis de operación .....	92
3.7.1.	Hombre.....	92
3.7.2.	Máquina.....	93
3.7.3.	Herramientas .....	93
3.7.4.	Lugar de trabajo.....	93
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES, ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S. A.....	95
4.1.	Producción más Limpia .....	95
4.1.1.	Compromiso .....	95
4.1.1.1.	Designar un equipo.....	96

4.1.1.2.	Elaborar una lista de las operaciones prioritarias.....	96
4.1.1.3.	Identificar las operaciones generadoras de residuos.....	97
4.1.2.	Análisis de las etapas de proceso .....	98
4.1.2.1.	Elaborar el Diagrama de Flujo del Proceso .....	98
4.1.2.2.	Revisar el proceso e identificar el origen de los desechos .....	101
4.1.3.	Generación de oportunidad de Producción más Limpia.....	102
4.1.3.1.	Generar opciones de minimización de residuos.....	102
4.1.3.2.	Seleccionar opciones viables .....	102
4.1.4.	Seleccionar soluciones de Producción más Limpia.....	103
4.1.4.1.	Evaluar los aspectos ambientales .....	103
4.1.4.2.	Seleccionar soluciones para la implementación .....	104
4.1.5.	Implementar soluciones de Producción más Limpia.....	107
4.1.5.1.	Preparar la implementación.....	107
4.1.5.2.	Implementar soluciones de minimización de residuos .....	108
4.1.5.3.	Monitorear y evaluar resultados .....	108
4.1.6.	Mantener el proceso Producción más Limpia.....	109
4.1.6.1.	Mantener soluciones de minimización.....	110

4.1.6.2.	Identificar nuevos procesos para la minimización de residuos .....	110
5.	MEJORA CONTINUA.....	113
5.1.	Mantenimiento de maquinaria .....	113
5.1.1.	Mantenimiento preventivo.....	113
5.1.1.1.	Preventivo mayor.....	114
5.1.1.2.	Preventivo menor.....	114
5.1.2.	Programa de mantenimiento preventivo propuesto para máquinas T-100 y costanera .....	114
5.1.2.1.	Mantenimiento diario .....	115
5.1.2.2.	Mantenimiento semanal (referencia) .	115
5.1.2.3.	Mantenimiento mensual.....	118
5.1.2.4.	Mantenimiento anual .....	120
5.1.3.	Estimación económica del programa de conservación actual, para rutinas a realizar dentro de la empresa.....	121
5.1.3.1.	Análisis costo beneficio en función del mantenimiento diario rutinas actuales .....	121
5.1.3.2.	Análisis costo beneficio, en función del mantenimiento, utilizando las rutinas propuestas del nuevo procedimiento .....	130
5.2.	Mantenimiento correctivo.....	137
5.2.1.	Mantenimiento correctivo planificado.....	137
5.2.2.	Mantenimiento correctivo no planificado.....	138

CONCLUSIONES.....	141
RECOMENDACIONES .....	143
BIBLIOGRAFÍA.....	145
APÉNDICES.....	147
ANEXOS.....	151

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Colocación de la costanera J .....	4
2.	Lámina T-100 .....	6
3.	Medidas de la teja .....	12
4.	Medida de la lámina Magnarib .....	15
5.	Medida de la lámina T-100 con losa.....	19
6.	Detalles de la losa de acero .....	20
7.	Lámina termax .....	25
8.	Mapa de riesgo caída de objetos .....	52
9.	Programa 5 S .....	55
10.	Diseño ventilación natural .....	72
11.	Diseño ubicación de agua .....	73
12.	Edificio de 4,0 a 7,0 metros.....	74
13.	Señales de seguridad.....	81
14.	Formulario de inspección de orden y limpieza .....	90
15.	Impactos ambientales de un producto.....	104
16.	Cronograma de implementación del análisis del proceso de producción y reducción de los riesgos laborales enfocado en el diseño y elaboración del control de fallos en el área de Troqueles y Costaneras S. A. ....	111

## TABLAS

I.	Equivalencia de costanera tradicional.....	5
II.	Propiedades de la lámina T-100 .....	7
III.	Capacidad de carga de la lámina T-100 .....	8
IV.	Propiedades de la lámina BC 900.....	10
V.	Capacidad de la lámina BC 900 .....	11
VI.	Capacidad de carga de la lámina Magnarib.....	16
VII.	Propiedades de la lámina Magnarib.....	17
VIII.	Propiedades de la losa de acero.....	21
IX.	Inercia promedio de la losa de acero .....	21
X.	Módulo sección inferior de la losa de acero.....	22
XI.	Claros máximos de la losa de acero .....	22
XII.	Inercia promedio de la losa de acero .....	23
XIII.	Armado por temperatura de la losa de acero.....	24
XIV.	Tamaño de tornillos .....	26
XV.	Pérdida de calor a través de paredes .....	31
XVI.	Tabla de altura de suspensión de lámparas .....	33
XVII.	Tiempos de exposición .....	45
XVIII.	Decibeles producidos por la máquina T-100.....	46
XIX.	Decibeles producidos por la máquina costanera .....	47
XX.	Colores de identificación para tuberías.....	83

## GLOSARIO

<b>Apilar</b>	Poner unas cosas sobre otras de manera que formen una pila.
<b>Buje</b>	Es el elemento de una máquina donde se apoya y gira un eje.
<b>Chumacera</b>	Pieza de metal o madera, con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.
<b>Cojinetes</b>	Elementos mecánicos que permiten el libre movimiento entre piezas fijas y móviles.
<b>Contactador</b>	Componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).
<b>Fibra de vidrio</b>	Material fibroso obtenido al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos y al solidificarse tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra.

<b>Fusibles</b>	Dispositivo constituido por un soporte adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda.
<b>Limite fluencia</b>	Es el punto a partir del cual el material se deforma plásticamente.
<b>Neopreno</b>	Químico artificial que se utiliza como sucedáneo del caucho.
<b>Peldaño</b>	Cada una de las pequeñas plataformas horizontales de una escalera donde se apoya el pie al subir o bajar.
<b>Policarbonato</b>	Material que puede usarse para divisiones y ventanas interiores, así como en muchas otras aplicaciones que su creatividad encontrará.
<b>Pulsador</b>	Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado.
<b>Relé</b>	Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.



**Soleras**

Revestimientos de suelos naturales en los interiores de edificios, constituidos por una capa resistente de hormigón en masa, quedando la superficie a la vista o puede colocarse algún revestimiento para su acabado.



## RESUMEN

La planta Multiperfiles S. A. se encuentra ubicada en el mismo terreno que la planta que fabrica troqueles y costaneras. Esta se dedica a la fabricación de tubos y láminas negras de diferentes medidas, su producto es vendido a nivel local e internacional.

Los troqueles y costaneras son generados por medio de la máquina T-100 y la vigueta AWM, el proceso de generación de láminas y costaneras es de suma importancia; la costanera se usa, principalmente como soporte o apoyo de cubiertas de lámina.

El presente trabajo de graduación describe el diseño de los manuales de mantenimiento preventivo del sistema de fabricación de láminas y costaneras, asimismo, la seguridad e higiene en el trabajo para la industria Troco S. A. con el fin de poder prolongar la vida de los equipos sometidos a esfuerzos y trabajos excesivos e implementar la seguridad e higiene en el trabajo, mismo que fue elaborado de acuerdo a las recomendaciones y sugerencia de los fabricantes de los equipos y, también con base en la experiencia obtenida en el trabajo.

Este diseño propone mejoras en relación con la estandarización de actividades de limpieza, lubricación e inspección de piezas, junto con una clasificación y listado de tareas a realizar por equipo, y adquiere mayor importancia cuando se hace evidente la necesidad de obtener resultados satisfactorios en relación a un buen mantenimiento preventivo, para llevar a cabo una buena fabricación del producto.

Es determinante la implementación de este manual de mantenimiento preventivo y seguridad e higiene, para poder llevar a cabo el importante proceso de fabricación de láminas y costaneras, que se distribuyen a cientos de consumidores tanto a nivel nacional como internacional, sin descuidar también un área importante que tiene relación con los trabajadores involucrados en la seguridad e higiene en el trabajo, diseñando para ello un manual, con el fin de asegurar el bienestar físico de las personas que laboran dentro de la empresa.

# OBJETIVOS

## General

Hacer el análisis del proceso de producción para procurar la reducción de riesgos laborales. Para ello es necesario elaborar un programa de control de fallas en las máquinas para el logro de una eficiente producción; evaluando procesos y movimiento de operadores, reduciendo al máximo el tiempo y las demoras mediante una evaluación de riesgos.

## Específicos

1. Realizar una investigación de conceptos teóricos importantes para la fácil interpretación en el análisis del proceso y reducción de accidentes.
2. Ejecutar un estudio de tiempos para evaluar la rapidez del movimiento en el producto terminado, y así determinar la ubicación del material.
3. Aplicar la mejora continua en la reducción de tiempo del operador y movimiento del producto a troquelar.
4. Establecer mediante un estudio, la necesidad de un nuevo diseño de distribución de producto terminado, para tener una buena movilización del personal operativo basado en el historial dentro de la empresa.
5. Determinar de qué manera se pueden aplicar las medidas de salud e higiene personal, más la limpieza en las líneas de producción.

6. Reducir, por medio de evaluación y control de riesgo los accidentes que puedan ocurrir al trabajador.
7. Brindar toda la importancia al control de fallos en el mantenimiento preventivo y correctivo en la maquinaria de troquelado y costanera, para que el trabajador labore con toda comodidad, confianza y seguridad.

## INTRODUCCIÓN

A través del presente trabajo de graduación se realiza el análisis del proceso de producción, y control de fallos en el área de producto terminado, enfocado en la reducción de los riesgos y accidentes laborales, con el objetivo de obtener un aseguramiento del personal en la planta, realizar tiempos de movimiento de operadores y grúas, además una ubicación adecuada del almacenamiento de material terminado.

La implementación de la nueva mejora se realizará en una empresa guatemalteca que forma parte del grupo Multiperfiles S. A., dedicada a satisfacer los requerimientos de calidad de sus clientes en la fabricación y comercialización de láminas troqueladas de aluzinc, prepintadas, (para techos curvos y planos) translucidas de policarbonato y fibra de vidrio, así como una amplia variedad de capotes y accesorios.

En el mercado de la construcción, los techos tienen como misión el proteger la construcción y los habitantes de las inclemencias del tiempo, la empresa ha desarrollado una plataforma de calidad en sus productos y servicios que le permite ofrecer un alto grado de competitividad en cada negociación que realiza.

La empresa busca tener un producto que cumpla con los controles de calidad establecidos, lo cual hace necesario evaluar el sistema de procesos de producción, disminuir el nivel de contaminación generada durante cada proceso y realizar una evaluación constante de las condiciones de bioseguridad e higiene dentro de la planta así como de los trabajadores.

El proyecto es importante, debido a que ayudará a reducir el consumo de recursos, materia prima, horas extras, modernizar la estructura productiva, disminuir los riesgos y peligros en los cuales se encuentran involucrados los operadores. Será de mucha utilidad para el estudiante universitario o profesional que esté interesado en apoyarse en la elaboración de trabajos respecto a la fabricación de láminas.



# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. La empresa**

Con más de 25 años de experiencia en la industria de productos de acero, Multiperfiles evoluciona a Multigroup, consolidándose como líder en la región centroamericana.

### **1.1.1. Historia**

Es una empresa guatemalteca que forma parte del grupo Multiperfiles S. A., dedicada a satisfacer las exigencias de calidad de sus clientes en la fabricación y comercialización de láminas troqueladas de aluzinc, prepintadas, (para techos curvos y planos) traslúcidas de policarbonato y fibra de vidrio, así como una amplia variedad de capotes y accesorios.

En el mercado de la construcción Troco, S. A. ha desarrollado una plataforma de calidad en sus productos y servicios que le permite ofrecer un alto grado de competitividad en cada negociación que realiza.

El techo tiene como misión el proteger la construcción y a los habitantes de las inclemencias del tiempo como la lluvia, el calor, frío, viento. Además, este define el tipo al cual pertenece la construcción de acuerdo a los materiales y forma de su empleo.

La constante innovación permite proveer soluciones modernas de construcción para satisfacer las necesidades de todo tipo de clientes (empresas e individuales).

### **1.1.2. Ubicación**

- Oficinas centrales Multiperfiles, S. A.
  - 23 calle 1-39 zona 3, Guatemala, Guatemala
  - PBX: (502) 2230-6360
  - FAX: (502) 2230-8019
  
- Oficinas Megaplanta
  - Km 39,5 antigua carretera a Palín, Escuintla.
  - PBX: (502) 7888-8585
  - FAX: (502) 7888-8530

### **1.1.3. Misión**

“Producir y comercializar soluciones constructivas con respaldo de tecnología de punta, buscando mejores alternativas innovadoras, con el conocimiento de las verdaderas necesidades de nuestros clientes en cada obra y proyecto que realicen.”

### **1.1.4. Visión**

“Proveer las mejores soluciones que faciliten el desarrollo y el progreso de la región a través de productos ideales para la construcción eficiente.”

## **1.2. Productos**

Los productos que ofrece la empresa se describen en los numerales siguientes.

### **1.2.1. Costanera J**

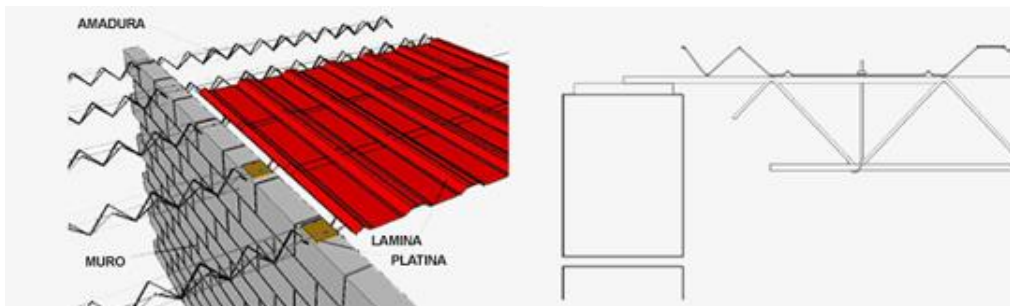
Es un miembro estructural sustituto de la costanera tradicional, vigas secundarias o nervios horizontales. Está compuesto por cordones paralelos y diagonales los cuales soportan las cargas y las distribuyen hacia los apoyos o extremos. Se diferencia por ser un sistema de alma abierta en el cual se ha sustituido el material del alma por nervios o cordones diagonales que aportan el refuerzo necesario y exacto al elemento. El alma abierta permite elementos más livianos.

La costanera J se usa, principalmente como soporte o apoyo de cubiertas de lámina. Algunas ventajas de esta costanera son las siguientes:

- Bajo peso.
- Posibilidad de cubrir grandes luces con almas de acero más livianas.
- Poca deflexión.
- Vigas más económicas por metro lineal de armadura.
- Facilidad de manejo e instalación.
- Posibilidad de pasar armados adicionales a través del alma.
- Posibilidad de colocar refuerzo adicional al original de manera relativamente sencilla.

Los dos cordones superiores están ubicados en la zona de compresión del elemento sujeto a esfuerzos durante la aplicación de la carga.

Figura 1. **Colocación de la costanera J**



Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

La costanera J está fabricada con cordones o varillas lisas de alta resistencia, de diámetro adecuado de acuerdo, a la capacidad de carga y la distribución estándar de láminas manejados en el medio. Los cordones superiores quedan anclados o amarrados a las soleras de los muros, ya sea a través de las varillas en las soleras o por medio de platinas.

El cordón o varilla inferior está ubicada en la zona de tensión del elemento sujeto a esfuerzos durante la aplicación de la carga. Esta varilla queda sin anclar o amarrar a la solera del muro o a la viga de apoyo y sus extremos deben quedar lo más próximo a dichos apoyos. Los dos cordones o varillas diagonales se desarrollan en forma triangular continua a todo lo largo de las varillas superior e inferior y separación constante o paso de 20 centímetros.

Tienen varias funciones, entre ellas: transmitir la carga de las varillas superiores a las inferiores de manera uniforme, haciendo que la armadura trabaje uniformemente.

Tabla I. **Equivalencia de costanera tradicional**

COSTANERA J						
ALTO	VARILLAS SUPERIORES		VARILLA INFERIOR	VARILLAS DIAGONAL		
Pulgadas	CANTIDAD	DIÁMETRO mm	CANTIDAD	DIÁMETRO mm	CANTIDAD	DIÁMETRO mm
4	2	6,20	1	6,20	2	4,50
6	2	12,00	1	12,00	2	4,50

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

### 1.2.2. T-100

Es una lámina de alma de acero acanalada con recubrimiento de aluzinc, o prepintada, de fijación expuesta. Posee una buena resistencia estructural debido a su troquel de crestas y valles amplios. Su nervadura transversal la hace rígida y fácil de instalar.

Es fácilmente cuantificable, ya que tiene un ancho útil de 1,00 metro y es la indicada para usar en cubiertas y fachadas de residencias, comercios y bodegas de pequeñas luces. Su alto de 3,00 centímetros realza su geometría. Permite mantener bajos costos por concepto de apoyos intermedios al requerir apoyos a 1,60 metros como mínimo para cargas normales de diseño, además es posible fabricarla con el largo necesario para evitar traslapes innecesarios. Puede sujetarse a los apoyos con tornillos tipo polser, los cuales son económicos y fáciles de instalar.

Esta lámina es impermeable debido a que posee un doble canal anti sifón que hace hermética la unión entre láminas adyacentes. Se recomienda una pendiente mínima de 6 por ciento, para garantizar dicha impermeabilidad.

Figura 2. **Lámina T-100**



Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

El acero utilizado para esta lámina es estructural, generalmente grado 36 mínimo, con un límite de fluencia de  $F_y = 36 \text{ ksi}$  ( $2.5 \text{ N/mm}^2$ ), de acuerdo a lo especificado en la Norma ASTM A653 para lámina galvanizada y ASTM 792 para lámina prepintada.

Información técnica de las propiedades de la lámina T-100 en los diferentes calibres se detallan en las tablas VII y VIII.

Tabla II. **Propiedades de la lámina T-100**

LÁMINA T-100						
Propiedades de la sección						
Calibre	Peso lineal	Peso / área instalada	Ix (Sup)	Se (Sup)	Ix (Inf)	Se (Inf)
	kg/ml	kg/m <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m
28	3,96	3,96	7,03	2,83	4,92	2,73
26	4,69	4,69	9,54	3,95	6,44	3,56
24	5,42	5,42	11,98	5,05	7,91	4,39
22	7,61	7,61	17,99	7,6	12,04	6,76

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

Tabla III. **Capacidad de carga de la lámina T-100**

LÁMINA T-100					
Capacidades de carga (kg/m <sup>2</sup> )					
		Claro entre apoyos (m)			
Tipo de apoyo	Calibre	1	1,25	1,5	1,75
Simple	28	370	237	165	121
uno o	26	518	331	230	169
Dos	24	662	423	294	216
Claros	22	994	636	442	324
Continuo	28	445	286	198	146
tres o	26	582	373	258	190
Más	24	717	459	319	234
Claros	22	1106	708	491	361

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

#### Ventajas de lámina T-100

- Fácil cuantificación por su ancho útil de 1,00 metro
- Baja cantidad de traslapes por fabricarla del largo requerido
- Fijación en sus valles
- Doble canal o sifón de traslape que evitan filtraciones



- Alta capacidad de reflectividad de las ondas de calor
- Buena resistencia a la transmisión del calor

### **1.2.3. BC-900**

Es una lámina de alma de acero troquelada con recubrimiento de aluzinc o prepintada de fijación expuesta. Posee una alta resistencia estructural debido a su troquel de crestas cortas y valles amplios, pero especialmente por su altura de 8,00 centímetros que le proporcionan alta capacidad de resistir cargas.

Esta lámina permite una rápida evacuación del agua, ya que sus crestas cortas no permiten acumulaciones, además sus valles tienen una sección hidráulica adecuada. Tiene una amplia sección de traslape con doble gota para evitar filtraciones. Se recomienda una pendiente mínima de 6 por ciento, para garantizar dicha impermeabilidad. Por su peralte de 8,00 centímetros es posible tener separaciones entre apoyos de 2,00 centímetros como mínimo con cargas normales de diseño. Posee un ancho total de 96 centímetros y un ancho útil de 90 centímetros. Se fabrica a la medida por lo que reduce costos por concepto de traslapes, necesidad de pocos apoyos y rapidez de instalación.

Se recomienda para cubiertas y fachadas de bodegas, colegios, centros comerciales u otros con grandes luces entre apoyos y en donde es posible admirar su geometría. Puede sujetarse a los apoyos con tornillos polser los cuales son económicos y fáciles de colocar. El acero utilizado para esta lámina es estructural grado 36 mínimo, con un límite de fluencia de  $F_y = 36 \text{ ksi}$  ( $2.5 \text{ N/mm}^2$ ), de acuerdo a lo especificado en la Norma ASTM A653 para lámina galvanizada y ASTM 792 para lámina prepintada

Información técnica de las propiedades de la lámina BC 900 en los diferentes calibres se detallan en las tablas IV y V.

Tabla IV. **Propiedades de la lámina BC 900**

LÁMINA BC 900					
Propiedades de la sección					
CALIBRE	PESO (kg/m <sup>2</sup> )	I + (cm <sup>4</sup> /m)	S + (cm <sup>3</sup> /m)	I - (cm <sup>4</sup> /m)	S - (cm <sup>3</sup> /m)
24	5,7	57,12	13,86	52,68	14,1
22	8	74,6	18,62	69,39	19,23
20	9,54	90,95	23,66	86,51	24,78
18	12,59	121,09	33,26	119,12	36,24

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

Tabla V. **Capacidad de la lámina BC 900**

LÁMINA BC 900								
CAPACIDADES DE CARGA (kg/m <sup>2</sup> )								
		Claro entre apoyos (m)						
Tipo de apoyo	Calibre	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
Simple	24	427	271	184	114	74		
	22	573	364	240	148	96	65	
	20	729	463	292	181	118	80	
	24	434	276	190	104	104	78	
Doble	22	592	376	259	142	142	102	72
	20	764	485	334	181	181	124	88
	24	544	346	239	132	132	100	72
Triple	22	742	472	325	179	179	130	93
	20		609	420	231	231	159	113

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

#### Ventajas de lámina BC 900

- Alta capacidad de soportar carga por su peralte de 8,00 centímetros
- Baja cantidad de traslapes por fabricarla del largo requerido
- Fijación en sus valles
- Amplia zona de traslape y doble gota para evitar filtraciones
- Alta reflectividad de las ondas de calor

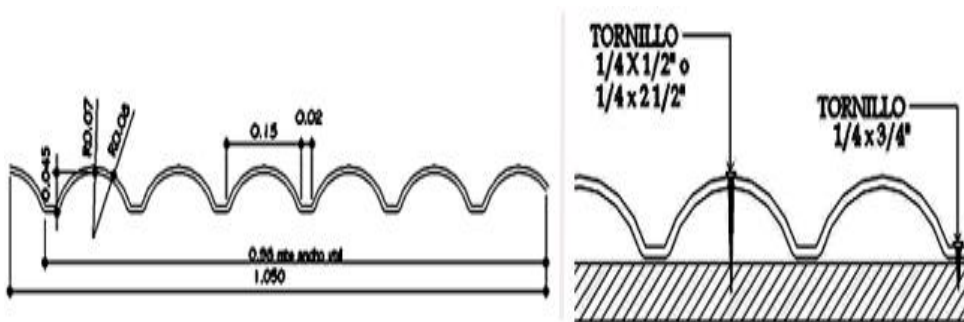
- Buena resistencia a la transmisión de calor
- Separación máxima entre apoyos 2,50 metros

#### 1.2.4. Teja Santo Domingo

Es una lámina de alma de acero troquelada prepintada de fijación expuesta. Posee una buena resistencia estructural debido a su distribución uniforme de ondas de 4,5 centímetros de alto y pequeños valles. Por su geometría bien definida esta lámina se asemeja a la teja tradicional de barro, con los siguientes agregados: excelente resistencia a las cargas aplicadas, bajo peso, facilidad y rapidez de instalación, variedad de accesorios y colores, entre otros.

Por tener bajo peso la teja Santo Domingo permite reducir costos en concepto de estructura de soporte y mano de obra. Además tiene una larga vida útil debido a que no cambia sus características mecánicas (no se raja, no se quiebra) y estéticas (no cambia de color, no aparecen manchas u hongos) a lo largo del tiempo.

Figura 3. Medidas de la teja



Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

Esta teja evita filtraciones debido a que posee una doble gota en la unión o traslape que hace hermética la unión entre láminas adyacentes. Se recomienda una pendiente mínima de 15 por ciento para garantizar el adecuado drenaje pluvial. El acero utilizado para esta lámina es estructural grado 36 mínimo, con un límite de fluencia de  $F_y = 36 \text{ ksi}$  ( $2.5 \text{ N/mm}^2$ ), de acuerdo a lo especificado en la Norma ASTM A653 para lámina de aluzinc y ASTM 792 para lámina prepintada.

Se encuentra disponible en calibre 26 y con la longitud deseada tomando en consideración únicamente que la lámina se debe cortar en múltiplos de 30 o 35 centímetros a fin de que la cubierta sea estética.

Los apoyos para la teja se deben colocar a cada 1,00 metro y deberá fijarse con tornillos polser de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro y  $\frac{3}{4}$  de pulgada de largo si se hace en los valles o con tornillos polser de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro y 2  $\frac{1}{2}$  de pulgada de largo si es en la cresta. Los tornillos se colocan en sentido transversal de manera alterna en los valles y longitudinalmente a cada 1,00 metro.

Puede utilizarse cualquier tipo de anclaje teniendo cuidado únicamente de sellar las áreas perforadas para evitar filtraciones o fuentes de corrosión.

La teja Santo Domingo proporciona un aspecto arquitectónico elegante al mantener su color y su forma original con el paso del tiempo, a la vez su resistencia estructural perdura por estar adecuadamente protegida contra la corrosión.

### Ventajas de teja Santo Domingo:

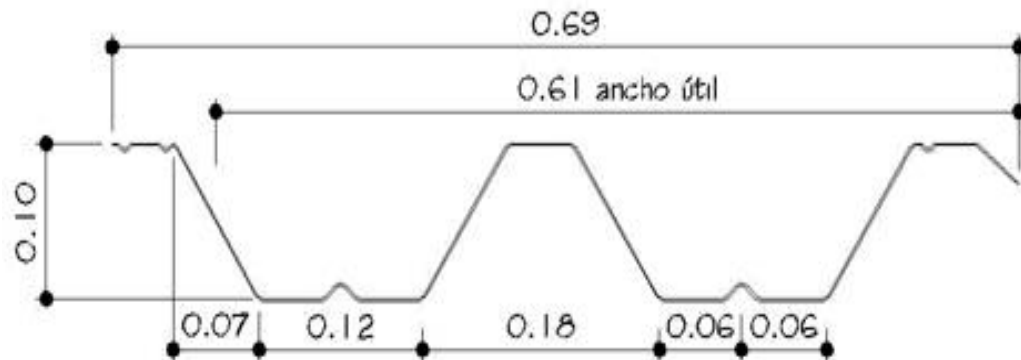
- Excelente apariencia.
- Rapidez y facilidad de instalación.
- Bajo costo por metro cuadrado instalado comparado con la teja tradicional.
- Disponibilidad de colores.
- 30 años de vida útil en ambientes urbanos.
- Hasta 50 años de vida útil en ambientes rurales no salinos.
- Bajo peso comparado con la teja de barro o de concreto.
- No se quiebran ni rajan.

#### **1.2.5. Lámina Magnarib**

Es una lámina de alma de acero acanalada con recubrimiento de aluzinc o prepintada de fijación expuesta. Posee una alta resistencia estructural debido a su troquel trapezoidal y alto de 10,00 centímetros que le permite una alta capacidad para resistir cargas.

Esta lámina es sumamente impermeable debido a que posee una amplia zona de traslape que hace hermética la unión entre láminas adyacentes, además tiene una alta capacidad hidráulica. Se recomienda una pendiente mínima de 6 por ciento para garantizar dicha impermeabilidad.

Figura 4. **Medida de la lámina Magnarib**



Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

Puede sujetarse a los apoyos con tornillos polser los cuales son económicos y fáciles de colocar.

El acero utilizado para esta lámina es estructural grado 36 mínimo, con un límite de fluencia de  $F_y = 36 \text{ ksi}$  ( $2.5 \text{ N/mm}^2$ ), de acuerdo a lo especificado en la Norma ASTM A653 para lámina galvanizada y ASTM 792 para lámina pre-pintada.

Información técnica de las propiedades de la lámina en los diferentes calibres se detallan en las tablas VI y VII.

Se han tomado los siguientes parámetros:

- Para las cargas mostradas el límite de deflexión es  $L/120$ .
- Para una separación máxima entre apoyos de 2,00 metros, la separación se tomó con una carga concentrada de 100 kilogramos al centro del claro.

- Para separaciones mayores a 2,00 metros, la separación máxima entre apoyos se tomó con dos cargas concentradas de 100 kilogramos cada una, ubicadas a los tercios de la luz.
- Las cargas admisibles de succión de viento ya están incrementadas en un 33 por ciento.
- Módulo de elasticidad  $2,1 \text{ E6 kg/cm}^2$ .
- Esfuerzo máximo de trabajo  $1,560 \text{ kg/cm}^2$ .
- Norma aplicable ASTM A-792 y A653.
- Diseño según reglamento AISI (American Iron Steel Institute)
- Especificaciones para el diseño de miembros estructurales de acero rolado en frío.

Tabla VI. **Capacidad de carga de la lámina Magnarib**

LÁMINA MAGNARIB							
Capacidades de carga ( $\text{kg/m}^2$ )							
		Claro entre apoyos (m)					
Calibre	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20
26	258	235	191	170	149	135	117

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.



Tabla VII. **Propiedades de la lámina Magnarib**

LÁMINA MAGNARIB				
Propiedades de la sección				
CALIBRE	PESO	I +	S +	S -
	(kg/m <sup>2</sup> )	(cm <sup>4</sup> /m)	(cm <sup>3</sup> /m)	(cm <sup>3</sup> /m)
26	4,68	57,66	10,912	13,653

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

#### Ventajas de lámina Magnarib

- Alta capacidad de soportar carga por su peralte de 10,2 centímetros.
- Baja cantidad de traslapes por fabricarla del largo requerido.
- Fijación en sus valles.
- Amplia zona de traslape y doble gota para evitar filtraciones.
- Alta reflectividad de las ondas de calor.
- Buena resistencia a la transmisión de calor.
- Separación máxima entre apoyos 3,20 metros.

#### 1.2.6. Lámina traslúcida

Láminas elaboradas con material durable y resistente al impacto y a las condiciones climáticas extremas.

Ventajas generales:

- Fácil almacenamiento
- Seguridad
- Mayor claridad en su ambiente
- Manejo fácil por su peso liviano.
- Alta resistencia química
- Fácil de limpiar

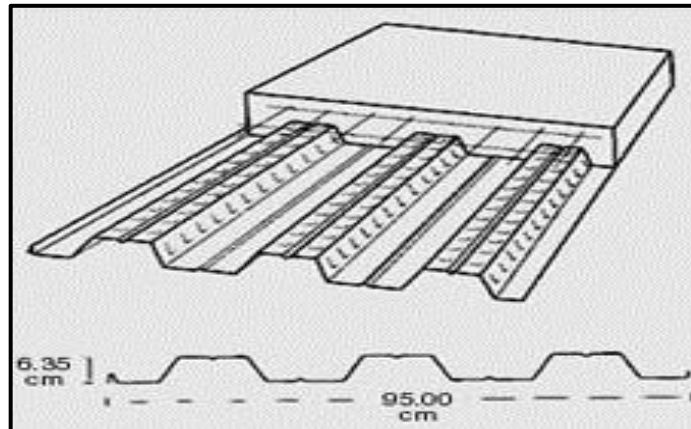
### **1.2.7. Losa de acero**

Es una lámina de alma de acero acanalada galvanizada con nervaduras transversales para usar como losa de entrepiso o techo. Está fabricada con acero estructural galvanizado en ambas caras o bien galvanizada y prepintada en la parte expuesta o inferior de la losa.

Posee una alta resistencia estructural debido a su troquel trapezoidal y alto de 6,00 centímetros que le permite una alta capacidad para resistir cargas, pero sobre todo por su adecuada distribución de refuerzos.

Esta lámina sirve de formaleta al momento del armado y fundición del concreto, además es el refuerzo principal de acero durante la vida útil de la losa. Con esta lámina es posible colocar apoyos con una mayor separación que las losas tradicionales manteniendo altas cargas de diseño. Posee un ancho total de 1,00 metros y un ancho útil de 0,95 centímetros; puede fabricarse a la medida, por lo que reduce costos por concepto de traslapes, necesidad de pocos apoyos y rapidez de instalación.

Figura 5. **Medida de la lámina T-100 con losa**



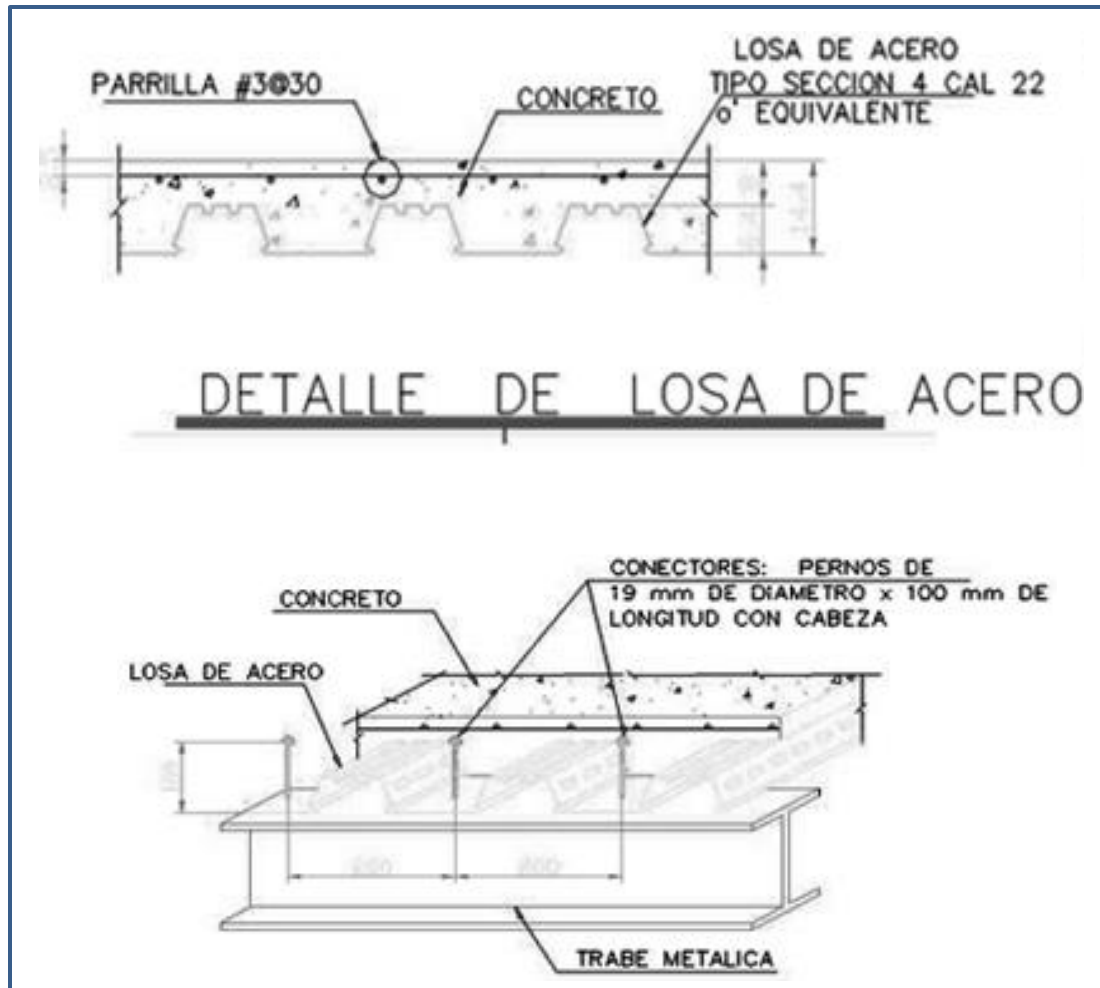
Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

Tiene un amplio uso y puede sustituir a toda losa prefabricada. Se recomienda para entresijos y techos de bodegas, colegios, centros comerciales, oficinas, parqueos y otros con grandes luces entre apoyos.

La losa de acero es versátil al permitir su colocación sobre apoyos de metal o de concreto. Reduce considerablemente los costos por requerir menor cantidad de parales para apoyarse, menor cantidad de refuerzo adicional, rapidez de instalación y facilidad de fundición, entre otros.

El acero utilizado para esta lámina es estructural grado 37 mínimo, con un límite de fluencia de  $F_y = 37 \text{ ksi}$  ( $2.7 \text{ N/mm}^2$ ), de acuerdo a lo especificado en la Norma ASTM A653 para lámina galvanizada.

Figura 6. Detalles de la losa de acero



Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 15 de enero de 2011.

Información técnica de las propiedades de la losa de acero en los diferentes calibres se detallan en las tablas de la VII a la XII.

Tabla VIII. **Propiedades de la losa de acero**

LOSA DE ACERO					
PROPIEDADES DE LA SECCIÓN (sin concreto)					
CALIBRE	PESO (kg/m <sup>2</sup> )	I + (cm <sup>4</sup> /m)	I - (cm <sup>4</sup> /m)	S + (cm <sup>3</sup> /m)	S - (cm <sup>3</sup> /m)
24	5.70	57.12	52.68	13.86	14.10
22	8.00	74.60	69.39	18.62	19.23
20	9.54	90.95	86.51	23.66	24.78
18	12.59	121.09	119.12	33.26	36.24

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 25 de febrero de 2011.

Tabla IX. **Inercia promedio de la losa de acero**

LOSA DE ACERO					
INERCIA PROMEDIO DE LA SECCION COMPUESTA I (cm <sup>4</sup> /m)					
esp. Concreto	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm
cal. 24	733.03	926.28	1411.04	2044.34	2846.97
cal. 22	789.67	995.18	1509.88	2180.47	3027.82
cal. 20	840.54	1057.06	1598.77	2303.14	3191.20
cal. 18	937.21	1175.55	1771.13	2543.33	3513.49

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 25 de febrero de 2011.

Tabla X. **Módulo sección inferior de la losa de acero**

LOSA DE ACERO					
MÓDULO SECCIÓN INFERIOR SEC. COMPUESTA S (cm <sup>3</sup> /m)					
esp. Concreto	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm
cal. 24	44.91	50.74	62.98	75.75	88.87
cal. 22	55.56	62.71	77.78	93.55	109.81
cal. 20	65.43	73.81	91.51	110.10	129.30
cal. 18	85.31	96.28	119.57	144.13	169.56

Fuente: www.multiperfiles.com. Consulta: 25 de febrero de 2011.

Tabla XI. **Claros máximos de la losa de acero**

LOSA DE ACERO						
CLAROS MÁXIMOS SIN APUNTALAMIENTO (metros)						
CALIBRE	No. APOYOS	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm
24	2	1.77	1.70	1.59	1.50	1.42
	3	2.38	2.29	2.15	2.03	1.93
	4	2.41	2.32	2.17	2.05	1.95
22	2	2.12	2.04	1.90	1.79	1.69
	3	2.83	2.73	2.55	2.40	2.28
	4	2.91	2.80	2.61	2.46	2.33
20	2	2.46	2.36	2.19	2.06	1.95
	3	3.20	3.08	2.89	2.72	2.58
	4	3.31	3.19	2.98	2.81	2.67
18	2	3.00	2.87	2.67	2.50	2.36
	3	3.85	3.71	3.48	3.28	3.11
	4	3.98	3.84	3.59	3.39	3.22

Fuente: www.multiperfiles.com. Consulta: 25 de febrero de 2011.

Tabla XII. **Inercia promedio de la losa de acero**

LOSA DE ACERO								
INERCIA PROMEDIO DE LA SECCIÓN COMPUESTA I (cm <sup>4</sup> /m)								
CALIBRE LÁMINA	ESPESOR CONCRETO cm	SEPARACIÓN ENTRE APOYOS (m)						
		1.80	2.20	2.60	3.00	3.40	3.80	4.00
24	5	1840	1182	804	566	407	296	252
	6	2076	1334	907	640	461	335	286
	8	2000	1638	1115	787	586	414	354
	10	2000	1941	1323	934	675	493	422
	12	2000	2000	1530	1052	782	572	490
22	5	2000	1465	1006	717	525	390	337
	6	2000	1656	1138	812	595	442	383
	8	2000	2000	1402	1002	735	548	474
	10	2000	2000	1666	1192	875	653	566
	12	2000	2000	2000	1382	1016	759	658
20	5	2000	1772	1225	882	652	492	429
	6	2000	2000	1389	1001	741	559	488
	8	2000	2000	1717	1238	919	694	607
	10	2000	2000	2000	1476	1096	830	725
	12	2000	2000	2000	1714	1274	965	844
18	5	2000	2000	1603	1165	873	667	587
	6	2000	2000	1826	1328	996	763	671
	8	2000	2000	2000	1655	1242	953	840
	10	2000	2000	2000	2000	1488	1143	1008
	12	2000	2000	2000	2000	1735	1334	1177

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 25 de febrero de 2011.

#### Ventajas de la losa de acero

- Alta capacidad de soportar cargas
- Baja cantidad de empalmes por fabricarla del largo requerido
- Fijación en sus valles
- Rapidez en instalación y fundición de la losa
- Poco requerimiento de apoyos

## Refuerzo por temperatura

Como en toda losa de concreto, es necesario colocar acero para reforzar al concreto y evitar rajaduras debido a las contracciones por temperatura. Generalmente por comodidad, rapidez y refuerzo exacto por metro lineal, se recomienda utilizar mallas electro soldadas tipo mayacero, con las condiciones que se describen en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Armado por temperatura de la losa de acero**

LOSA DE ACERO ARMADO POR TEMPERATURA			
Espesor concreto sobre cresta (cm)	Especificaciones de la malla	Area acero Sección (cm <sup>2</sup> /m)	Area acero mínimo (cm <sup>2</sup> /m)
5	6x6 - 6/6	1.23	0.91
6	6x6 - 6/6	1.23	0.91
8	6x6 - 4/4	1.68	1.52
10	6x6 - 4/4	1.68	1.52
12	6x6 - 3/3	1.97	1.82

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 25 de febrero de 2011.

### 1.2.8. **Termax**

Aislantes de techo que proporcionan un aislamiento térmico y acústico, de fácil transportación e instalación, creando una barrera contra el calor.

Además de ser reciclable y reutilizable, es económico y brinda mayor frescura evitando filtraciones e incrementando la luminosidad hasta en un 20 por ciento.



Termax es un aislante térmico impermeable, protege del calor, frío, humedad, vapor de agua y evita filtraciones.

Consta de una espuma de polietileno con microceldas de diferentes espesores a las cuales se les incorpora una lámina aluminizada de alto valor reflectivo en una o en ambas caras según sea su aplicación.

Figura 7. **Lámina termax**



Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 25 de febrero de 2011.

Ventajas:

- Es fácil de transportar e instalar
- Reutilizable
- Reciclable
- No absorbe olor
- No retiene polvo
- Lavable

### 1.2.9. Línea automatizada de accesorio para techo

Para obtener acabados perfectos en su construcción, se ofrecen exclusivos diseños de bota-aguas, boca tubos, tapadera, canaletas, fascias y capotes troquelados en diferentes calibres y estilo según su diseño.

Disponibles en aluzinc y prepintados en medidas de 2,44 metros (8 pies) de largo.

- Tornillo:

Multiperfiles es distribuidor de tornillos polser para una fácil y cómoda instalación de techos, todos cuentan con arandela de neopreno que evita filtraciones y están disponibles en punta de broca y normal.

Tabla XIV. **Tamaño de tornillos**

<b>Disponibles en los tamaños</b>
3/4 " X ¼
1 1/2" X ¼
2" X ¼

Fuente: [www.multiperfiles.com](http://www.multiperfiles.com). Consulta: 25 de febrero de 2011.

- Accesorios plegados

Se cuenta con amplio *stock* de accesorios plegados para los remates de las cubiertas, entre estos: canales, fascias, bajadas de agua, capotes, cerramientos o closure bajos y altos, y otros.

El proceso de doblado se diferencia del prensado tradicional al realizar el plegado por medio de una regla de doblado que inclina la lámina previamente sujeta a mordazas fijas. El proceso de plegado tiene muchas ventajas sobre el tradicional, pero las más significativas son:

- Precisión y exactitud en la medida de las piezas, ya que las mordazas que aprietan la lámina se encuentran totalmente fijas y la misma no puede deslizarse.
- Protección de la superficie de la pieza, ya que la lámina se sujeta a un prisma que evita daños a la misma. No existen movimientos de cizallamiento.
- Durante el proceso de plegado no existe movimiento de las piezas manualmente lo que garantiza exactitud en las medidas, pero, sobre todo en piezas grandes, asegura que el material no se deslice por su estiramiento elástico.
- Posibilidad de doblar láminas con espesor hasta 1,5 milímetros y largos hasta 3,00 metros.

La máquina plegadora dispone de un banco de datos de perfiles, pero también permite la creación de nuevos con lo que se satisface los requerimientos arquitectónicos de las cubiertas.

### **1.3. Materia prima**

La materia prima que se transforma para elaborar los productos que ofrece la empresa se describe a continuación.

#### **1.3.1. Aluzinc (Galvalume)**

Lámina de acero recubierta de una aleación compuesta por aluminio cincuenta y cinco por ciento (55 %), zinc cuarenta y tres punto cinco por ciento (43,5 %) y Silicio uno punto cinco por ciento (1,5 %), mediante un proceso continuo de inmersión en caliente La aleación de aluminio y zinc combina las propiedades de ambos metales y logra que el aluminio proporcione resistencia a la corrosión tanto atmosférica como de altas temperaturas. Además de brindar una efectiva reflectividad térmica. El zinc aporta la formalidad y la protección galvánica que protege las áreas perforadas o cortadas de la lámina.

#### **1.3.2. Prepintada**

Láminas galvanizadas con un recubrimiento de pintura esmaltada al horno que le asegura una mayor duración al mejor precio.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA**

### **2.1. Condiciones actuales de trabajo**

La seguridad y salud en el trabajo es un área interdisciplinaria relacionada con la seguridad, la salud y la calidad de vida en el empleo.

#### **2.1.1. Condiciones del lugar de trabajo**

- Edificio

El que la empresa utiliza para el desarrollo de sus actividades es de una planta o nivel, está construido con block, y lamina aluzin cal No. 16, se encuentra ubicado en el kilómetro 39,5 carretera Palín Escuintla, posee una extensión aproximada de: ancho 147 y largo 316 metros.

Con base en la observación realizada en las instalaciones de la empresa fabricante de productos para proteger la construcción y los habitantes, se estimó que está distribuida aproximadamente en un cuarenta por ciento (40 %) para administración y el sesenta por ciento (60 %) restante para producción.

- Pisos y paredes

Los pisos del Departamento Productivo están en buen estado, solamente se encuentra manchado y obstruido el paso por la mala colocación del producto terminado.

Por medio de la observación directa en dicha área se logró constatar que el piso es de cemento, que efectivamente se encuentra manchado y que además, presenta algunos desniveles entre las bodegas de materias primas y producto terminado y el área destinada directamente para la producción, así también se pudo apreciar que las paredes están construidas con block, repelladas, tienen una altura de aproximadamente dos (2) metros de alto y el resto con lámina aluzinc cal No. 16.

- Puertas y escaleras

El portón del área de carga y descarga es corredizo hecho con lámina aluzinc y se abre de forma manual. La fábrica no utiliza ninguna clase de escalera.

- Ventilación

La ventilación es por medios naturales, en cuanto a la renovación natural del aire del área, se realiza a través de las diversas aberturas que posee. La fórmula necesaria para lograr encontrar el volumen necesario es la siguiente:

$$V = \frac{QI}{(0,3118 - (TI - TME))}$$

Donde:

V = volumen de aire en metros cúbicos que se desea renovar

QI = calor a eliminar

TI = temperatura interior que se desea

TME = temperatura máxima exterior

Calor a eliminar QI:

$$QI = CI + C2 + PP$$

CI = constante de 864 calorías/kWh.

C2 = calor que libera el cuerpo humano a una temperatura de 27° centígrados.

PP = pérdida de calor a través de paredes (adimensional).

A continuación se detalla para la variable PP existe una tabla que indica la pérdida de calor en paredes según el material de la pared y el espesor.

Tabla XV. **Pérdida de calor a través de paredes**

Material	Espesor	PP
Mampostería	80 cm.	1.3
Mampostería	50 cm.	1.8
Pared de ladrillo	45 cm.	1.2
Pared de ladrillo	30 cm.	1.5
Pared de ladrillo	15 cm.	2.2
Pared de ladrillo	45 cm.	1.1
Interpuesta	30 cm.	1.3
Tabique	7 cm.	2.4
Suelo de Tierra	7 cm.	4
Pavimento	7 cm.	3
Techo con cielo raso	7 cm.	1.5
Techo sin cielo raso	7 cm.	2.0
Puerta exteriores	7 cm.	5
Puerta interiores	7 cm.	2
Ventanas sencillas	7 cm.	5
Ventanas dobles	7 cm.	2.3
Techo zinc	7 cm.	2.2
Techo asbesto	7 cm.	10.4
Techo de hormigón	7 cm.	2

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 99.

$$V = \frac{QI}{(0,3118 - (TI - TME))}$$

V = volumen de aire en m<sup>3</sup> que se desea renovar

QI = calor a eliminar

TI = 30<sup>0</sup> C tomado por pistola termográfica

TME = 32<sup>0</sup> C tomado por pistola termográfica

$$QI = CI + C2 + PP$$

CI = 864 calorías/Kwh

C2 = 27 grados centígrados

PP = Techo zinc = 2,2

$$QI = (864) + (27) + (2,2) = 893,2$$

$$V = \frac{893,2}{(0,3118 - (30 - 32))} = 386,36 = 386 \text{ m}^3$$

- Temperatura y humedad

De acuerdo con lo observado en las actividades productivas de la empresa, se apreció que no tiene ninguna ventana, cuenta con once (11) portones aproximadamente de dos metros de largo. La temperatura tiende a subir especialmente, porque el ambiente de dicha población es eminentemente seco. La única fuente de ventilación para esta área son las puertas que hay en el área de carga y descarga de materia prima y en el portón de salida.

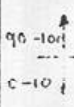




- Iluminación

Un recorrido por las instalaciones del edificio de Multiperfiles permitió determinar que el sistema de iluminación utilizado para todos los ambientes, es el de iluminación general, el cual permite distribuir los puntos de luz de un modo regular sobre toda la superficie del techo para proporcionar una iluminación horizontal. El estado físico de las luminarias es bueno, con un 100 por ciento de las lámparas en funcionamiento; cada lámpara industrial de 1 000 watts y 440 voltios.

Tabla XVI. **Tabla de altura de suspensión de lámparas**

TABLA DE COEFICIENTES DE UTILIZACION.(K)

Distribución Típica	Techo	claro		semiclaro		claro	
	Paredes	claro	semicl.	claro	oscuro	claro	oscuro
	Piso	oscuro		claro		semiclaro	
	RR						
I 	0.6	.27	.21	.17	.11	.23	.22
	1.0	.39	.33	.26	.28	.42	.35
	2.0	.55	.49	.36	.29	.60	.52
	3.0	.61	.56	.40	.34	.69	.62
	5.0	.63	.64	.44	.39	.78	.72
SI 	0.6	.24	.19	.17	.11	.24	.19
	1.0	.35	.30	.26	.19	.37	.31
	2.0	.49	.44	.36	.29	.53	.47
	3.0	.55	.50	.40	.34	.61	.55
	5.0	.60	.57	.45	.39	.68	.63
SD 	0.6	.34	.28	.31	.24	.35	.29
	1.0	.48	.42	.44	.36	.50	.43
	2.0	.64	.59	.58	.51	.69	.62
	3.0	.70	.66	.63	.57	.78	.72
	5.0	.75	.72	.68	.63	.86	.81

Continuación de la tabla XVI.

	G	0.6	.26	.21	.23	.16	.27	.22
	1.0	.38	.33	.33	.26	.40	.34	
	2.0	.53	.48	.44	.38	.57	.51	
	3.0	.59	.55	.49	.44	.65	.59	
	5.0	.64	.61	.54	.49	.73	.68	
	D	0.6	.34	.28	.33	.24	.35	.28
	1.0	.49	.42	.47	.37	.51	.43	
	2.0	.65	.60	.63	.55	.71	.64	
	3.0	.72	.67	.69	.63	.80	.74	
	5.0	.78	.75	.75	.71	.89	.85	

Fuente: FINK, Donald. *Manual de ingeniería eléctrica*. p. 64.

- Altura mínima del lugar: 3,60 m.
- Longitud total del área de trabajo: 12 m.
- Ancho total del área de trabajo: 15,3 m.
- Altura de trabajo (desde luminaria hasta el plano de trabajo): 2,2 m.
- Coeficiente de mantenimiento: 0,8.
- Iluminancia en luxes: 500 luxes.
- Área total: 147,935 m<sup>2</sup>. (Área que se desea iluminar debido a que existen dos construcciones dentro del área total) esto sería igual a:

$$\text{Área} = (15,3 \text{ m} \times 12 \text{ m}) - (4,10 \text{ m} \times 6,65 \text{ m}) - (2,1 \text{ m} \times 4 \text{ m}) = 147,935 \text{ m}^2$$

Coeficiente de relación ambiente

$$\text{RR} = \frac{(12,16) \times (12,16)}{2,2 \text{ m} \times (12,16 \text{ m} + 12,16 \text{ m})} = 2,7636$$

El coeficiente de utilización según tabla XVI

RR	K
2,0	0,65
2,7636	X
3,0	0,72

K= 0,702

El flujo luminoso total

$$\Phi = \frac{(500 \text{ luxes}) \times (147,935 \text{ m}^2)}{(0,7025) \times (0,8)} = 131610,32 \text{ luxes}$$

Espaciamiento de lámparas:

$$D = 1,8 \times 2,2 \text{ m} = 3,07 \text{ m}$$

Número de lámparas

Ancho = 12,16 = 3,07 aproximado el número es 3 lámparas 3,07

Largo = 12,16= 3,47 aproximado es 3 lámparas 3,07

El total de lámparas para el lugar va a oscilar entre 6 o 7 lámparas para lo cual se tomará 6.

Flujo luminoso por lámpara

$$\Phi L = \frac{131610,32}{6} = 18801,47 \text{ lúmenes/lámpara}$$

Con base en este resultado se buscará el tipo de lámpara que cumpla con el requerimiento de la cantidad de lúmenes por lámpara para este caso se debe utilizar 6 lámparas HID de campana de aluminio de 400 watts cada lámpara. Cada lámpara genera la cantidad de 25 000 lúmenes.

No. tubos a utilizar por lámpara

$$\text{No. tubos} = \frac{18801,47 \text{ lúmenes}}{4\ 400 \text{ lúmenes}} = 4 \text{ tubos por lámpara}$$

- Limpieza

Para desarrollar las actividades de aseo de las instalaciones, se requiere de una persona del área de mantenimiento.

Las actividades de limpieza se efectúan durante la jornada de trabajo, y de acuerdo con la observación realizada se logró establecer que las instalaciones en general presentan buenas condiciones de limpieza. La empresa no cuenta con un depósito especial para colocar los residuos derivados de la producción.

El servicio que contrata para la extracción de basura y chatarra es la adecuada para la eliminación de las mismas.

## **2.2. Máquinas**

Las máquinas que la empresa emplea para el desarrollo de las actividades productivas consisten en: máquina de alimentación, plataforma de alimentación, máquina de formación principal, dispositivo de corte y formación, dispositivo hidráulico, sistema de control por computadora, repisa de productos finales, etc.

Toda la maquinaria utilizada en el proceso de producción funciona con fluido eléctrico. El gerente y el jefe de Mantenimiento tienen a su cargo el mantenimiento y las reparaciones necesarias al equipo de trabajo, con la observación que solo realizan un mantenimiento correctivo a la maquinaria cuando el jefe de Producción lo requiere.

## **2.3. Electricidad**

El control total del fluido eléctrico de la empresa se encuentra situado en el área que ocupa recepción, es desde esta área donde se activa y se desactiva todo el sistema de energía eléctrica de la empresa, sin embargo, existen algunos mandos parciales situados en ciertas áreas de producción. Se logró observar que en el área de producción existen algunas conexiones eléctricas que alimentan el fluido de las máquinas, las cuales cumplen con los requerimientos y son seguras.

## **2.4. Transporte de carga**

Para el desplazamiento de las materias primas y los productos terminados, en el movimiento operativo de la empresa se emplean dos grúas con capacidad de 5 toneladas. Se observó que las grúas no tienen señalización de precaución y no indican la capacidad máxima.

A través de la entrevista realizada al jefe de Producción, se logró constatar que en la empresa no se han realizado estudios de ergonomía, para conocer la forma en que los empleados pueden resultar afectados por la realización de sus actividades de forma incorrecta en cuanto a postura.

## **2.5. Equipo de protección personal disponible**

Según los datos proporcionados por la muestra de empleados del Área de Producción, no utilizan el equipo de protección en el desarrollo de sus actividades productivas; el equipo consiste en: guantes, casco, gafas, uniforme y gabacha.

El equipo de protección se debe utilizar en el desarrollo de sus actividades laborales, sin embargo, no se les exige a los operarios la utilización del equipo de protección. Al observar el desarrollo de las actividades operativas, se logró comprobar que los empleados no tienen ninguna clase de equipo de protección, además los empleados no utilizan ropa y calzado especial que les proporcione mayor seguridad en el cumplimiento de sus tareas.

## **2.6. Protección en planta**

Para la prevención de incendios el área de producción no cuenta con ningún extintor. En lo que respecta a los avisos y advertencias se notó la falta de afiches informativos en el área de producción, acerca de la importancia de utilización del equipo en el desarrollo de las actividades productivas, por lo que es necesaria una señalización más completa en todas las áreas de riesgo. Así también, se apreció que no existe una ruta de evacuación definida en el área productiva.

## **2.7. Mapa de riesgos y peligros que existen durante el proceso de trabajo**

En el recorrido de toda la empresa se estableció que el área que presenta mayores riesgos y peligros es el área operativa, debido al tipo de productos que se fabrican, se corre riesgo durante todo el proceso, pero se identificaron dos fases en las que existe mayor grado de peligrosidad:

- El traslado de materias primas y producto terminado al Área de Producción y bodega, debido a que algunos se colocan con la ayuda de las manos.
- La fabricación de láminas: los empleados tienen contacto directo con los productos terminados para determinar si los productos están alcanzando la consistencia necesaria, pudiéndose presentar situaciones que la lámina pueda generar cortes en las manos.

## **2.8. Antecedentes de accidentes que ocurren en la empresa**

En la empresa no se lleva ningún registro de los accidentes que ocurren en la misma, este control no se ha implementado por iniciativa, no hay ninguna persona que se encargue de registrar los accidentes que se producen. Los accidentes más comunes son por la mala colocación de materia prima y producto terminado.

## **2.9. Frecuencia con la que ocurren accidentes de trabajo en la empresa**

Los accidentes han sido el resultado del descuido de los empleados, especialmente cuando se manejan las materias primas y en el proceso de elaboración de los productos; se estima que en la empresa se presenta un promedio muy bajo de accidentes laborales.

## **2.10. Medidas o acciones que se toman en caso de que ocurran accidentes**

Los empleados deben de ir con el personal de Recursos Humanos para que elaboren un permiso y el empleado debe llevarlo con el jefe inmediato para que lo firme; después ellos deben ir al IGSS (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social), para que se le brinde el tratamiento correspondiente al tipo de accidente. Los empleados no han recibido capacitación de cómo actuar en caso de emergencias. A través de las visitas realizadas a la empresa se logró observar que no existe una ruta definida para evacuar el área operativa en caso de que se presente un incendio o cualquier tipo de siniestro natural.

## **2.11. Conocimiento que tienen patronos y trabajadores sobre las consecuencias de no tomar las medidas necesarias de seguridad e higiene en el trabajo**

La administración no se ha preocupado por la implementación de un programa total de seguridad e higiene industrial acorde a sus necesidades, únicamente han implementado algunas medidas, como informar al operario a través de su jefe inmediato de los lineamientos básicos de seguridad.



En lo que respecta a los operarios, no conocen aspectos generales sobre seguridad, que han sido proporcionados por el jefe de Producción, desconocen la codificación de colores de seguridad, señalando que es incómodo o que simplemente la empresa no les proporciona el equipo necesario a utilizar.



### **3. PROPUESTA DEL ANÁLISIS DE PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES, ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S. A.**

#### **3.1. Seguridad e higiene industrial**

A través del tiempo ha tenido una lenta evolución, esto se debe en particular, por la resistencia al cambio, algunas personas aún no han tomado conciencia de lo importante que es para la empresa el cuidar de la salud y la seguridad de sus empleados.

##### **3.1.1. Equipo de protección personal**

Artefactos apropiados para proteger cualquier porción del cuerpo. Son fáciles de conseguir en el comercio y a un precio moderado. En cierto sentido son perjudiciales a la causa de la seguridad, porque los empleadores que no tienen un sólido criterio de seguridad, se ven tentados a depender de dicho equipo en lugar de atacar el problema de fondo eliminando el riesgo. Es necesario contar con un equipo de protección personal principalmente en el caso de las mascarillas, ya que es tan fácil y relativamente barato el proporcionarlas a los trabajadores expuestos a polvos, emanaciones y muchos otros contaminantes atmosféricos que a menudo no se presta la debida atención a la verdadera medida de fondo, que a la postre resultaría más barata y razonable, de buscar la eliminación de la sustancia contaminante.

### **3.1.1.1. Protección de la cabeza**

Para protegerla es indispensable el uso de sombrero duro o casco para cualquier persona del área de trabajo de cualquier planta industrial.

El casco o sombrero duro evita heridas y golpes a la cabeza, del impacto de un objeto que cae, la concha de un sombrero duro o casco está compuesta de un material plástico de alto impacto que está diseñado para soportar un golpe sin rayar ni quebrar un borde a lo largo de la parte de arriba, además ayuda a desviar los objetos al caer para reducir algo de su impacto.

### **3.1.1.2. Protectores auriculares**

El ruido ha sido reconocido como un problema de gran importancia respecto a la salud del trabajador, porque el riesgo puede surgir de los posibles efectos del ruido en la audición. La pérdida de la audición puede ser temporal o permanente. El desplazamiento temporal del umbral de la audición inducido por el ruido representa una pérdida transitoria de la agudeza auditiva, sufrida después de una exposición relativamente breve al ruido excesivo.

Se verificó la intensidad del ruido provocado por las máquinas que es aproximadamente de:

- Máquina T-100 (cizalla corte de lámina) 92 dB
- Máquina costanera (cizalla corte de vigueta) 96 dB

La exposición de los operadores en las máquinas es de 8 horas, en este caso deben protegerse los oídos si el ruido es irritante y está entre noventa decibeles (90Db) y un máximo de ciento cuarenta decibeles (140Db); y en estas máquinas se requiere protección para los oídos.

Cálculos obtenidos con el medidor de ruido (decibelímetro), es un instrumento que mide la magnitud de la presión sonora en decibeles en toda la frecuencia.

Tabla XVII. **Tiempos de exposición**

<b>Duración por día (horas)</b>	<b>Nivel Sonoro dB (A)</b>
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115

Fuente: <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/dsp/proyectos/2002/sonometro/Intro.html>.

Consulta: 02 de marzo de 2011.

Tabla XVIII. **Decibeles producidos por la máquina T-100**

MÁQUINA T-100	DECIBELES (db)	Tiempo de exposición (hrs)
Rodillo moldeador	10	1
Cizalla corte de lámina	92	1
TOTAL	102	

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Dosificación} = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_n}{T_n}$$

Donde:

C = tiempo real

T = tiempo permitido de exposición

T1 = 4 hrs ----- 90 db

X hrs ----- 92 db

X = 4,0889 hrs

$$\text{Dosificación} = \frac{1}{4,0889} = 0,2445$$

Si la dosificación del ruido se excede de 1, la exposición del ruido es superior a los límites de seguridad.

Tabla XIX. **Decibeles producidos por la máquina costanera**

MÁQUINA COSTANERA	DECIBELES (db)	Tiempo de exposición (hrs)
Árbol enderezador	20	1
Acumulador	10	1
Cilindros de soldadura	50	1
Cizalla corte de vigueta	150	1
TOTAL	176	

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Dosificación} = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{Cn}{Tn}$$

C = tiempo Real

T = tiempo permitido de exposición

T1 = 1/8 hrs ----- 115 db

X hrs ----- 150 db

X = 0,1630 hrs

$$\text{Dosificación} = \frac{1}{0,1630} = 6,1350$$

Si la dosificación del ruido se excede de 1, la exposición del ruido es superior a los límites de seguridad, haciendo necesario el uso de tapones auditivos u orejeras para proteger la audición.

#### **3.1.1.3. Gafas**

La protección de los ojos es recomendable para cualquier planta en el área de trabajo; hay varios tipos de protección y están disponibles para uso general; entre los que se tienen: lentes de seguridad o googles, los cuales pueden ser fabricados de vidrio de seguridad o plástico que son los más ligeros, pero los de vidrio muestran más resistencia a rasguños y tienen más vida útil; las caretas deben ser utilizadas para protección completa de la cara.

#### **3.1.1.4. Protección respiratoria**

Respiradores de filtro o cartucho es una nueva generación de equipo, los cuales están diseñados para brindar máxima comodidad y protección. Respiradores simples o mascarillas: son todos los respiradores semiparciales para partículas nocivas que no requieren mantenimiento y ofrecen la ventaja de estar contruidos íntegramente de material filtrante logrando así una protección efectiva y comodidad al usuario a la vez.

#### **3.1.1.5. Protección de manos, pies y piernas**

Alrededor de tres quintas partes de los daños profesionales en la industria afectan piernas, manos y pies. Del total de los mismos son los sufridos en manos y en dedos representan la mitad. Es natural que ocurra así, porque las manos y los dedos casi siempre están en contacto o muy cerca del objeto o material que se está manejando o trabajando.



### **3.1.1.6. Vestidos protectores**

Muchas exposiciones a riesgo en la industria, exigen de ropa apropiada en lugar de la ordinaria, o encima de esta. Numerosas funciones y procesos industriales presentan riesgos tales como quemaduras, raspaduras, dermatosis, etcétera. Es aconsejable que los trabajadores porten ropa de asbesto, tela tratada contra el fuego, hule neopreno, etcétera.

### **3.1.2. Evaluación de riesgo**

Es uno de los pasos que se utiliza en un proceso de gestión de riesgos.

#### **3.1.2.1. Probabilidad de que ocurra el daño**

Las causas de los accidentes se dividen, generalmente en tres grupos:

- Factores humanos: actos inseguros
- Factores técnicos: ambiente, condición insegura
- Factores organizativos: administrativos o gerenciales

En la actualidad el análisis de los accidentes se realiza por el modelo de la causalidad, donde se tiene en cuenta las causas técnicas, organizativas y relacionas con la conducta del hombre. El enfoque multicausal debe constituir un aspecto esencial al abordar la investigación y análisis del accidente de trabajo.

### **3.1.2.2. Consecuencias que puedan derivarse de la materialización del peligro (severidad del daño)**

Uno de los materiales peligrosos que se encuentran dentro del área son los lubricantes y refrigerantes. La máquina T-100 cuenta con refrigerante, este se utiliza para evitar que la temperatura suba en rodios moldeadores, se verificaron dos puntos:

- Primero el refrigerante cuando sale de la manguera hacia los rodios salpica el refrigerante al suelo.
- Segundo el depósito donde se deposita el refrigerante cuenta con un filtro (waipal) para evitar que regrese el refrigerante con suciedad y se tapen las mangueras que se utilizan para enfriar los rodos, cuando el filtro se llena de suciedad ya no filtra el refrigerante y comienza a rebalsar del depósito, comienza a derramarse en el suelo.

En la máquina de costanera lo que se realiza en la lubricación de la costanera, la lubricación se realiza para evitar que se oxide la costanera, cuando el lubricante cae en el suelo se vuelve una área muy peligrosa.

Para evitar accidentes con los operadores se colocará rejilla antirresbaladiza en ambas máquinas para evitar que el operador tenga algún accidente y, también se deberá de cambiar el filtro (waipal) cada quince días para evitar que se derrame el refrigerante.

### **3.1.3. Identificación de peligros de accidentes laborales**

Entendiendo como tal toda fuente o situación con capacidad de daño en términos de lesiones, a la propiedad, al medio ambiente, o bien una combinación de ambos.

#### **3.1.3.1. Caídas de personas a distinto y mismo nivel**

La caída del personal en la planta, han sido por la mala ubicación de los materiales; por ejemplo: el personal ubica el producto terminado de la lámina T-100 y la lámina teja pegado a la maquinaria, y eso reduce el movimiento y espacio del trabajador.

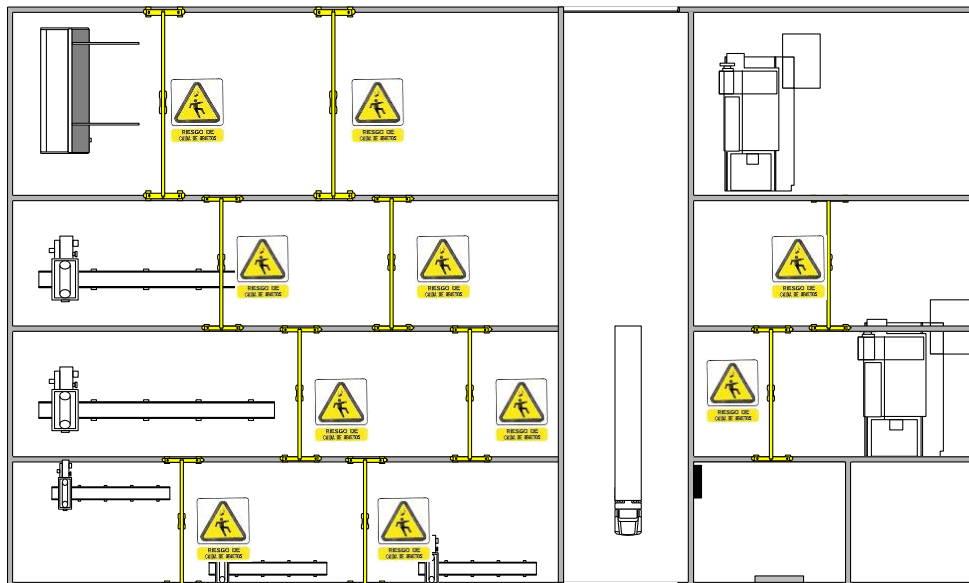
Eliminando los riesgos en sí mismos, bien sea en fase de proyecto, bien sea mediante la concepción y organización de métodos de trabajo adecuados, se pondrá en práctica la seguridad integrada.

Si después de todo lo anterior, siguen existiendo riesgos de caída, se puede acudir a la utilización de medios de protección colectiva, tales como: barandillas o reubicar en un área solo el producto terminado.

#### **3.1.3.2. Caídas de objetos en manipulación o desprendidos**

Los levantamientos de cargas pueden producir cortes y lesiones en las manos, golpes en las extremidades por caída de carga, lumbagos, hernias discales y fisuras en las vértebras.

Figura 8. Mapa de riesgo caída de objetos



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

Las grúas que se utilizan para la manipulación de objetos (materia prima o material finalizado), tienen la capacidad de levantar cinco toneladas según el manual del fabricante.

Medidas preventivas:

- Las cargas transportadas estarán bien sujetas con medios adecuados, y los enganches, conexiones, etc., se realizarán adecuadamente (ganchos con pestillos de seguridad).
- Se establecerá un programa de revisiones periódicas y mantenimiento de los equipos, maquinaria, cables, ganchos, etc.

### **3.1.3.3. Pisadas sobre objetos**

El programa diseñado y realizado, para la eliminación de las pisadas sobre objetos, se realizará por medio de programa de producción más limpia tomando las 5S.

- Diseño del programa

Viendo la necesidad de que los espacios y/o lugares de trabajo del personal que labora en la empresa Multiperfiles fueran agradables y armónicos para el desarrollo de las diferentes actividades laborales, se determinó realizar un programa de las 5S, en el cual se involucrará la mayor parte de la población trabajadora de la institución.

- Sensibilización

Tiene aproximadamente una (1) hora de duración, se realiza con el personal para que participe activa y conscientemente del programa; donde se recalca la importancia de que el sitio /lugar de trabajo permanezca en completo orden y aseo, para obtener la optimización de los recursos con que se cuenta y dispone.

La sensibilización conduce, además a un cambio de cultura organizacional y, a su vez, a mejorar el ambiente laboral; dado que las 5S, traen consigo la seguridad y el bienestar del empleado.

- Implementación del programa

Este se realiza en forma concertada con los empleados de la dependencia donde va a tener su aplicabilidad haciéndoles ver la importancia del compromiso y responsabilidad que éste trae consigo.

- Evaluación del programa o monitoreo

Para definir los resultados se requiere de una evaluación y un control periódico del programa 5S, que permita establecer los cambios que sean requeridos para lograr su efectividad.

- Seguimiento del programa

Está relacionado con la evaluación y monitoreo, permite establecer controles y ajustes al programa conducente a beneficiar al empleado y a la empresa.

Figura 9. Programa 5 S

**PROGRAMA 5 “S”**  
**(Saque, separe, sitúe, sienta y sostenga)**

**MEJORAMIENTO EN SEGURIDAD, ORDEN Y ASEO**

Lugar: \_\_\_\_\_ Fecha del reporte

Día \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_

**Condición de orden, aseo y seguridad a mejorar:**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

**Qué sugiere para mejorar**

**NOMBRE DE QUIÉN REPORTA** \_\_\_\_\_

**Dependencia:** \_\_\_\_\_

**Favor enviar a Recursos Humanos**

Fuente: elaboración propia.

#### **3.1.3.4. Golpes por objetos o herramientas y choques contra objetos**

Golpes con las partes salientes de la máquina por distancia entre máquinas y/o elementos fijos que invaden la zona de trabajo.

##### Prevención

- Mantener la distancia adecuada entre estanterías, máquinas, mobiliario, etc. (aproximadamente 1 metro).
- Proteger en la medida de lo posible la zona ocupada por elementos fijos.
- Colocar elementos de amortiguación en puntos peligrosos.
- Pintar con colores llamativos aquellas zonas o partes que obstaculicen zonas de paso.
- Señalizar horizontalmente mediante líneas amarillas en el suelo.
- Usar calzado de seguridad, certificado CE. (La marca CE proviene del idioma francés y significa *Conformité Européenne* o de conformidad europea y es una marca europea para ciertos grupos de servicios o productos).

#### **3.1.3.5. Atrapamientos**

El trabajador sufre atrapamientos ocasionados por elementos móviles de máquinas, equipos e instalaciones, incluidos los vehículos. En la manipulación de cualquier tipo de maquinaria industrial se suelen dar situaciones de riesgo, a pesar de que estas han de estar provistas de elementos de parada de emergencia, pero estos elementos de seguridad no siempre están al alcance en momentos claves, incluso ante un atrapamiento de manos sería imposible su actuación.



Las causas básicas en el atrapamiento operativo son las siguientes:

- Falta de protecciones
- Accesibilidad a zonas de circulación de máquinas
- Falta de señalización
- Falta o inadecuado mantenimiento de máquinas
- Falta de información y formación a los trabajadores

Medidas preventivas

- En todo trabajo con máquinas o equipos con partes en movimiento las manos y brazos del operario no llevarán objetos de adorno.
- Todas las máquinas, equipos, etc. susceptibles de provocar atrapamientos estarán convenientemente señalizadas para advertir de este riesgo.

### **3.1.3.6. Exposición a contactos eléctricos**

El programa de termográfica en un sistema eléctrico va desde la inspección: desde los tableros de alta tensión, transformadores de distribución, tableros y motores en donde se revisan puntos calientes causados por conexiones flojas, dañadas, con sobre carga, sucias u otros problemas que el ojo humano no puede detectar, antes de que estas causen más daños.

Permite inspeccionar cientos de conexiones por día y designar el nivel de severidad de cada problema basado en la temperatura de manera inmediata.

## Normas de seguridad en el manejo de corrientes eléctricas

- Una instalación eléctrica no se debe revisar ni manipular sin antes desconectar el suministro de energía en la caja general de distribución. Una vez desconectado el suministro general, se puede conectar a cualquier punto de la red un aparato eléctrico que funcione correctamente, para comprobar que, efectivamente, al aparato no le llega corriente.
- No deben acercarse los cables conductores de una instalación o de un aparato eléctrico a una fuente de calor, como una estufa, una plancha o un horno. El calor podría quemar o fundir el aislante con peligro de producir un cortocircuito.
- Nunca debe instalarse un fusible que tenga un amperaje excesivamente alto, ya que anularía su efecto de protección ante los aumentos inusuales de corriente eléctrica.
- Antes de sustituir un fusible fundido por uno nuevo, hay que localizar y reparar adecuadamente la avería que provocó el corte de la corriente.

### **3.1.3.7. Accidentes causados por seres vivos.**

Los accidentes no ocurren así como así, son causados por circunstancias o practicas inseguras, combinadas o individuales, se llegó a la conclusión de que un diez por ciento (10 %) de los accidentes se debieron a condiciones mecánicas o físicas peligrosas, un ochenta y ocho por ciento (88 %) se originaron por actos no seguros de los individuos y el restante dos por ciento (2 %) fue calificado de imprevisibles.

En la forma en que usamos nosotros los términos accidente puede definirse como una ocurrencia no planeada ni buscada que interrumpe o interfiere la actividad laboral. Muchos accidentes, no producen daño y, por tanto es pasajera la atención que se les presta, si es que se les presta alguna, a menos que causen daños considerables o que de algún modo resulten costosos.

Los accidentes causados por el operador son por contactos con objetos agudos o ásperos que producen cortaduras, el operador trabaja a velocidad que no presta seguridad, una de las causas es trabajar demasiado aprisa, o con demasiada lentitud y esas son las circunstancias que deja materiales mal ubicados.

#### **3.1.4. Identificación de peligros por las condiciones de trabajo**

El ambiente de trabajo es resultado de la interacción de todas aquellas condiciones y objetos que rodean el lugar en el cual el trabajador ejecuta su labor. Al identificar las causas de peligro se evalúa la combinación de la frecuencia o probabilidad y de las consecuencias que pueden derivar de la materialización de un peligro.

##### **3.1.4.1. Condiciones materiales**

En las condiciones de trabajo se resume la forma cómo la actividad laboral determina la vida humana, en ellas se debe tener en cuenta los factores de riesgos a los cuales está sometido el trabajador, así como los elementos que contribuyen para que una condición riesgosa se convierta en un evento trágico.

Se recogen todas aquellas condiciones en las cuales el trabajador debe desempeñar su oficio en la empresa y su ocupación específica en su puesto de trabajo.

#### **3.1.4.1.1. Pasillos y superficies de tránsito**

La organización de flujos de personas, vehículos y materias puede ser el origen de riesgos, por lo que es preciso asegurar que el diseño de los pasillos y superficies de tránsito es el adecuado y tiene dimensiones correctas. Habrá que tener en cuenta:

- El número de trabajadores, el tamaño de los elementos de transporte y las cargas que circulan, evitando al máximo las interferencias.
- Que las áreas por donde deben desplazarse los trabajadores para realizar su actividad sean seguras (suelo regular, no resbaladizo, limpio y libre de obstáculos, sin desniveles importantes, correctamente iluminado, zonas peligrosas y pasos elevados protegidos, etcétera).
- Que las zonas de deposición de materiales o vehículos queda fuera de zonas de paso.
- A efectos de evacuación debe preverse la disposición de la maquinaria, la situación de las puertas de entrada y salida, etc. Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad.

#### **3.1.4.1.2. Espacios de trabajo**

Se debe tener presente que cuando han ocurrido cambios o remodelaciones en el espacio de trabajo, los programas de asignación deben estar relacionados con la planeación y las actividades que se desarrollarán en el área previendo la posibilidad de crecimiento.

Al concentrar personal en amplios locales de trabajo, con o sin divisiones interiores, debe considerarse una adecuada iluminación, ventilación, comunicación y adaptabilidad al cambio, tomando en cuenta:

- Evitar superficies en que trabaje un número excesivo de personas.
- Lograr que el trabajo fluya hacia adelante, formando una línea recta.
- Aislar en áreas a prueba de sonidos las unidades que utilizan máquinas y equipos ruidosos.
- Al personal cuyo trabajo requiere de máxima concentración, se le deberá situar dentro de divisiones parciales o completas.
- Disponer de un lugar destinado a bodega o almacén de materiales de desecho.

#### **3.1.4.1.3. Escaleras**

Las escaleras son de por sí fuentes de peligro. Es necesario que reúnan las características constructivas y dimensiones mínimas necesarias.

Para accesos normales se utilizarán siempre escaleras fijas. Solo se permitirán escaleras de servicio de medidas menos estrictas (inclinación máxima 60 grados y anchura de peldaño 15 cm), para accesos ocasionales y preferiblemente para desplazamientos sin carga.

Las escaleras manuales solo se utilizarán para accesos muy esporádicos, evitándose trabajar sobre las mismas. Antes de utilizarlas deben revisarse para poder detectar posibles defectos (peldaños o largueros astillados, clavos o tornillos sueltos, topes de retención rotos, etc.).

Las escaleras de madera no deben pintarse, salvo con barniz transparente para que no puedan ocultarse los defectos. Los largueros deben ser de una sola pieza y los peldaños deben estar bien ensamblados y no solamente clavados.

El ascenso y descenso se hará siempre de frente a las mismas, sujetándose con ambas manos y cuidando de que el calzado esté limpio de barro, grasas o cualquier otra sustancia resbaladiza.

Dada la inestabilidad de las escaleras manuales, es importante vigilar el ángulo de inclinación que cumplirá la relación 1 a 4 entre la altura del suelo al punto de apoyo superior y la distancia horizontal de separación. Deberán extremarse las precauciones de conservación y uso.

#### **3.1.4.1.4. Almacenamiento**

Las láminas ya cortadas deberán almacenarse planas. No aplicar ningún tipo de presión sobre las láminas apiladas. No deberán quedar dispuestas cara con cara. Para prevenir la absorción de humedad por el papel protector, y la consecuente ondulación de la lámina, se recomienda envolver las láminas ya cortadas con polietileno y sellar con cinta adhesiva.

#### **3.1.4.1.5. Manipulación manual**

Deberá tenerse especial cuidado con los recubrimientos o cintas de embalaje utilizadas para proteger los grafismos temporalmente después de su aplicación, ya que algunos de ellos pueden producir un deterioro permanente en las imágenes al estar expuestos a la humedad, la luz del sol, entre otros. Se puede utilizar un recubrimiento de tela porosa sujeto por la parte posterior del grafismo. No aplicar cinta adhesiva directamente sobre la imagen ya que la luz solar puede provocar una adhesión permanente.

Se deberá evitar el uso de protectores plásticos o papel para impedir la posible migración de plastificantes. El uso de alambres y cuerdas pueden producir abrasión en la superficie por lo que se recomienda evitar su uso.

#### **3.1.4.1.6. Herramientas de mano**

Es necesario conocer los riesgos de sufrir un accidente como consecuencia de un uso inadecuado que se haga de las herramientas, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- Dolencias debido a sobreesfuerzos, tales como desgarres, lumbalgias o fracturas.
- Cortes o pinchazos sufridos durante la manipulación y trabajo con las herramientas de corte.
- Golpes diversos.

### **3.1.4.1.7. Máquinas-herramientas fijas y portátiles**

Las lesiones que pueden causar accidentes o incidentes más frecuentes con el uso de estas herramientas son las siguientes:

- Lesiones producidas por el útil de la herramienta, debido al riesgo de contacto directo.
- Lesiones producidas por el útil de la herramienta, debido al riesgo de rotura del elemento.
- Lesiones producidas por la fuente de alimentación, debido al riesgo de contacto eléctrico.
- Lesiones producidas por la fuente de alimentación, debido al riesgo de las roturas o fugas en las conducciones de aire comprimido o fluido hidráulico.
- Lesiones producidas por la proyección de partículas a gran velocidad, debido al riesgo de la proyección de materiales.
- Lesiones o alteraciones del aparato auditivo, debido al riesgo del ruido.
- Lesiones osteoarticulares, debido al riesgo de las vibraciones.
- Lesiones osteoarticulares, debido al riesgo de malas posturas en la utilización de las máquinas herramientas.

Se diferencian dentro de las máquinas herramientas portátiles dos tipos bien definidos:

- Máquinas rotativas
- Máquinas de percusión



#### **3.1.4.1.8. Aparatos y equipos de elevación y transporte**

Un equipo de elevación y transporte de materiales de forma discontinua consiste en una estructura metálica que se apoya en sus extremos sobre 2 vías elevadas, sobre las cuales se desplaza recorriendo transversalmente el taller.

Sobre el puente va montado un carro que se desplaza a lo largo de él, pendiendo del carro va un polipasto, aparejo diferencial, que puede llevar cadena o cable para suspender la carga.

##### Principales riesgos

- Caída de objetos transportados o piezas del puente por rotura de cadena y cable, por descarrilamiento del puente.
- Caída de la carga por sobrecarga, por fallo del freno de polipasto.
- Atrapamiento entre la grúa y parte fija de la estructura.
- Atrapamiento y golpe por la carga transportada.
- Caída del operario desde la cabina o del acceso a la misma.
- Contacto eléctrico indirecto por fallo del aislamiento.

#### **3.1.4.1.9. Instalación eléctrica**

Este proyecto se está definiendo con datos de la resistividad del terreno y espacios disponibles, para la ubicación de los electrodos de puesta a tierra, sin la confirmación de su valor y sin sus posiciones finales.

Desde cualquier toma de tierra, que se establezca, se dispondrá de una prolongación del conductor de tierra hasta una arqueta registrable. En esta arqueta se instalará una caja de seccionamiento, medición y borne principal de tierra, y se realizarán las interconexiones de los conductores de protección con los conductores de tierra correspondientes.

Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada. El edificio deberá disponer de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes. Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Todo recorrido de evacuación.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios.

#### Instalación de alta tensión

Dispone de un centro de transformación, de nueva ejecución dotado de dos transformadores de 1 000 kilovoltiamperios. La acometida se realizará al centro de transformación respondiendo a las siguientes características eléctricas:

- Tensión nominal: 15 kV
- Potencia de cortocircuito: 350 MVA
- Sistema de puesta a tierra del neutro: reactancia limitadora para 500 A

- Intensidad máxima de defecto: 500 A
- Tiempo máximo de disparo: 0,5 segundos

La potencia total de 2 000 kilovoltiamperios es suministrada mediante dos transformadores de aislamiento en seco, con una tensión de cortocircuito  $V_{cc} = 6$  por ciento y unas pérdidas totales máximas en el cobre y en el hierro, de 26,6 KW, y a 75 grados centígrados, siendo la tensión en baja y en vacío de 400/231 V.

- Intensidad nominal en alta tensión

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

U = tensión compuesta primaria en kV = 15 kV

$I_p$  = intensidad primaria en amperios

Sustituyendo valores se tiene:

Potencia del transformador (KVA)	$I_p$ (A)
2 x 1000	2 x 38,49

Siendo la intensidad total primaria de 76,98 amperios.

- Intensidad en baja tensión

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

$W_{fe}$  = pérdidas en el hierro

$W_{cu}$  = pérdidas el cobre

U = tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0,4 kV

$I_s$  = intensidad secundaria en amperios

Sustituyendo valores tendremos:

Potencia del transformador (KVA)	$I_s$ (A)
1000	1.424,18

Siendo la intensidad total secundaria de 2.848,36 amperios.

#### **3.1.4.1.10. Otros equipos de trabajo e instalaciones**

Cualquier actividad referida a un equipo de trabajo, tal como la puesta en marcha o la detección, el empleo, el transporte, la reparación, la transformación, el mantenimiento y la conservación, incluida, en particular la limpieza.

## Trabajos en espacios confinados

- Realizar instrucciones de trabajo seguro.
- Autorización de la entrada al recinto.
- Vigilancia externa continuada.
- Uso de equipos de protección personal (equipo de respiración autónomo, arnés y cuerda de seguridad, etcétera).
- Ventilación, depuración y control de los gases tóxicos/asfixiantes en el interior de los recintos.

Exposición a los distintos factores ambientales (ruido, vapores, polvo, entre otros) que pueden estar presentes en las zonas en las cuales se realiza el trabajo de mantenimiento.

- Seguir las normas de seguridad (uso de equipos de protección individual entre otros) derivadas de la exposición a los factores ambientales valorada en las zonas donde se producen.

### **3.1.5. Condiciones medioambientales**

Son las circunstancias físicas que cobijan al empleado desde el momento en que ocupa un cargo en la organización.

#### **3.1.5.1. Ruido y vibraciones**

El ruido y las vibraciones son provocados por las máquinas industriales, con altos decibeles de ruido, que ocupan unidades hidráulicas por altas precisiones que se necesitan para la fabricación de la costanera J y lámina T -100.

Los ruidos para la fabricación de las costaneras J y la lámina T-100, fueron sacados del inciso 3.1.1.2:

- La soldadura de la varilla longitudinal, diagonal y transversal se cuenta con una presión de aire de ochenta psi (libra-fuerza por pulgada cuadrada), ocasionando ochenta decibeles en los golpes cuando se realiza la soldadura al momento de fabricar la costanera J.
- El corte de la costanera J se realiza con cilindro hidráulico que realiza su movimiento a una presión de 1 800 psi (libra-fuerza por pulgada cuadrada), ocasionando el golpe un ruido de ciento cincuenta decibeles (150 db) a 3 pies de distancia ([www.asha.org](http://www.asha.org)).
- En la fabricación de la lámina T-100 se cuenta con una unidad hidráulica para la realización del corte de la lámina T-100, con una presión hidráulica de mil ochocientos psi (libra-fuerza por pulgada cuadrada), ocasionando ochenta decibeles en el corte de la lámina T-100.

Los motores DC (corriente eléctrica) y AC (corriente alterna) son motores de alta vibración son de setenta hp (caballo de fuerza) para el movimiento de la máquina, cinco de veinticinco hp (caballos de fuerza) para el enderezado de la varilla y con un motor de veinticinco hp (caballo de fuerza) para la unidad hidráulica que realiza el corte de la costanera J. y para la fabricación de lámina T-100 se cuenta con motores de cinco hp (caballos de fuerza) que movilizan los rodillos que realizan el perfil de la lámina y uno de veinticinco hp (caballos fuerza) para la unidad hidráulica que realiza el corte de la lámina.

La solución para prevenir el ruido es colocar protectores auditivos a los operadores para la disminución de los ochenta decibeles de la soldadura y ochenta decibeles para el corte de la costanera J, y para el corte de la lámina T-100 y para la vibración de los motores se debe de realizar un chequeo una vez cada año y medio.

### **3.1.5.2. Radiaciones**

Contacto con aceites refrigerantes durante el corte de la pieza.

Prevención

- Disponer de la ficha de datos de seguridad del aceite empleado, siguiéndose las indicaciones que en ellas aparezcan (equipos de protección personal, manipulación, etcétera). R.D. 363/95. (Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas).
- Mantener normas de higiene durante el trabajo:
  - El orden y la limpieza son imprescindibles para mantener los estándares de seguridad, se debe colaborar en conseguirlo.
  - Guardar ordenadamente los materiales y herramientas. No dejarlos en lugares inseguros.
  - Utilizar el equipo adecuado y en estado bueno y limpio.
  - Llevar el debido uniforme en buen estado, más aún si se trata del manejo de un material peligroso.

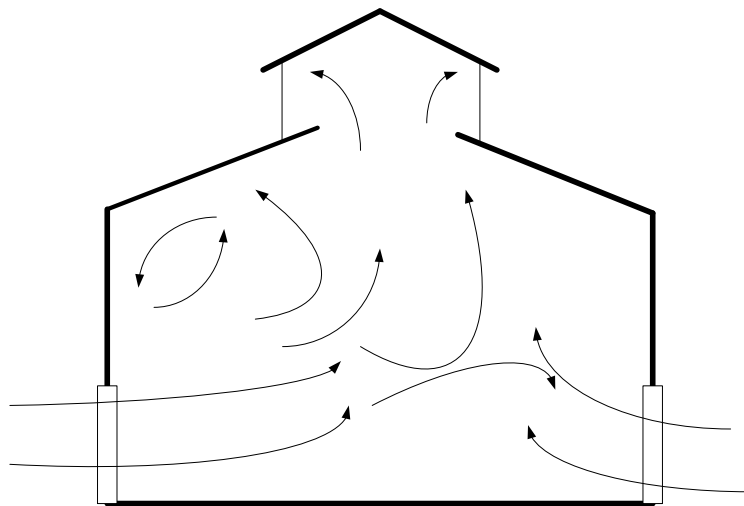
- Prohibición de fumar, comer y beber mientras se realice cualquier trabajo con estos productos, y señalizar convenientemente esta obligación.
- Lavarse las manos cuando se termine el trabajo.

### 3.1.5.3. Calor y frío

Se realizó una medición de temperatura con el medidor de temperatura infrarrojo con el fin de verificar a cuántos grados se encuentra la planta.

Cuando es un día de ambiente lluvioso o fresco, se llega a una temperatura de veinte grados centígrados (20 °C) y cuando es un día caluroso se encuentra a una temperatura de veinticuatro grados centígrados (24 °C).

Figura 10. **Diseño ventilación natural**

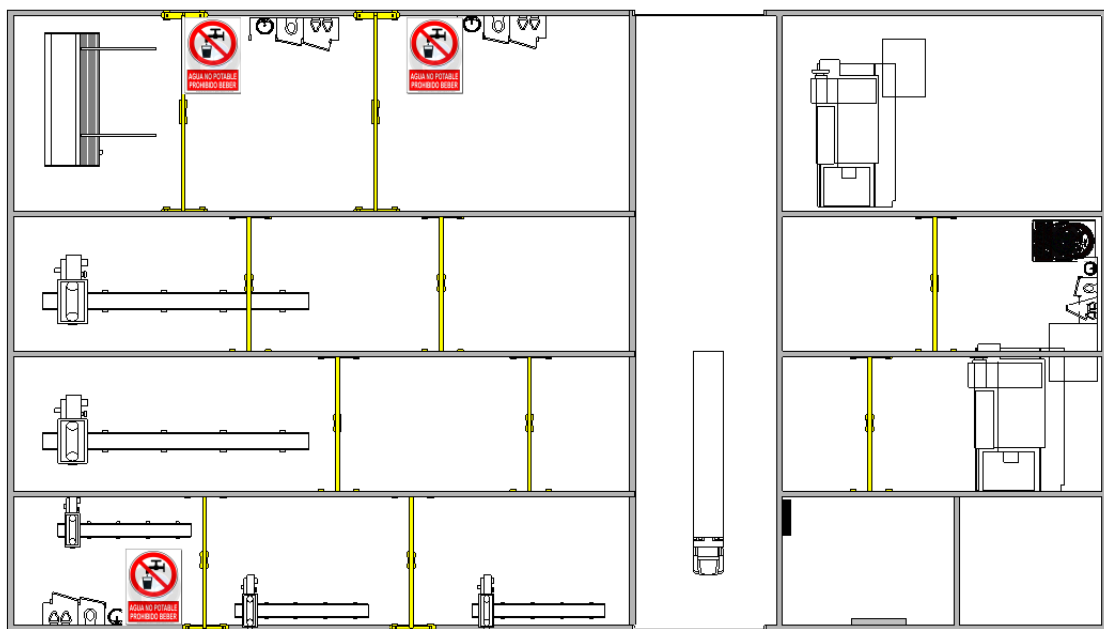


Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.



Disponer de agua segura en la proximidad del puesto, para beber regularmente y evitar deshidratación en los operadores, por la dureza del agua la empresa no cuenta con agua potable dentro de las instalaciones, los jefes de cada máquina cuentan con dispensador de agua.

Figura 11. **Diseño ubicación de agua**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

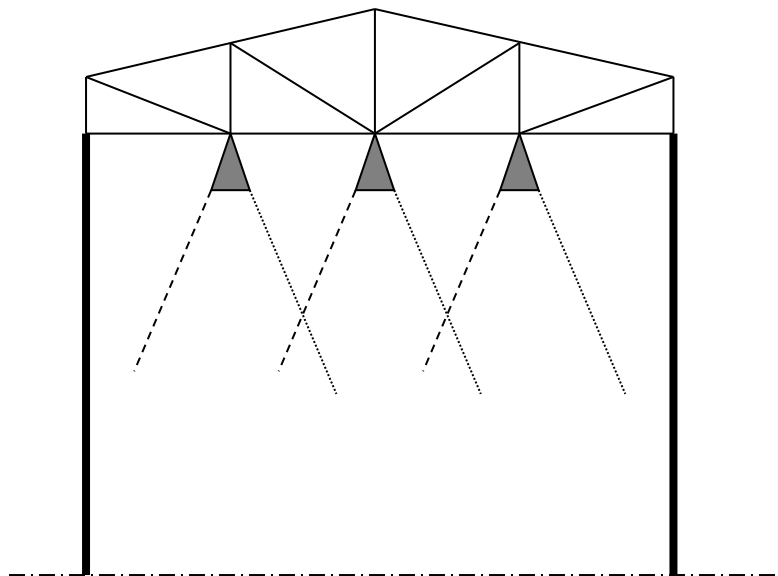
#### **3.1.5.4. Iluminación**

El objetivo principal de los equipos de iluminación industrial es cubrir el área de trabajo especificada con eficacia, sin atentar con la salud de los trabajadores, proporcionando seguridad y accesibilidad.

Los diseños y el tamaño de los aparatos de iluminación deben equilibrarse, cualquiera que sea la forma o el tipo de iluminación industrial que se utilice, no hay necesidad de ser excesivo, los lugares más iluminados de lo necesario son peligrosos para la salud y un desperdicio de fondos redundante.

Con las numerosas opciones que se presentan a los compradores industriales, es simple seleccionar las luminarias que se adaptan al presupuesto, la ubicación y el nivel deseado de comodidad. La iluminación industrial puede ser elegante con luces contemporáneas, halógenas o fluorescentes compactas o con una variedad infinita. De acuerdo a los cálculos presentados en el inciso f del numeral 2.1.1, se utilizarán 6 lámparas HID de campana de aluminio de 400 watts cada una, empleando 4 (cuatro) tubos por lámpara.

Figura 12. **Edificio de 4,0 a 7,0 metros**



Fuente: [www.spaincenter.org](http://www.spaincenter.org). Consulta: 02 de marzo de 2011.

### **3.1.6. Carga de trabajo**

La carga de trabajo es el conjunto de requerimientos psicofísicos a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral.

La consecuencia más directa de la carga de trabajo tanto física como mental, es la fatiga. Se puede definir la fatiga como la disminución de la capacidad física y mental de un individuo después de haber realizado un trabajo durante un período de tiempo determinado.

#### **3.1.6.1. Carga física**

Cuando se habla de un trabajo predominantemente muscular se habla de carga física y se define como el conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometida la persona a lo largo de su jornada laboral.

Las recomendaciones generales que deben considerarse en el caso de la carga física son:

- Combinar los esfuerzos estáticos y dinámicos en el desarrollo de las tareas, para que el consumo de energía y el aumento del ritmo cardiaco se mantenga dentro de unos valores razonables.
- Combinar y alternar la postura de trabajo de pie con otras posturas como la de sentado o que impliquen movimiento.
- Situar dentro del campo eficaz de trabajo del operario los elementos de accionamiento, mando y control.

- Calcular la carga cuando su manipulación tenga que ser manual, valorar factores como la forma de la carga, la frecuencia de manipulación, las distancias a recorrer y las características personales de los trabajadores. Y en cualquier caso, no superar los 25 kilogramos. de peso, a ser posible.

Las posturas en el trabajo son diversas y diferentes durante la jornada laboral alternando entre horas de pie y sentado o en algunos momentos en posturas forzadas. En los casos anteriores, las posiciones pueden crear incomodidad o sobrecarga en los músculos de las piernas, espalda, hombros; entre otros.

Las posturas incorrectas pueden contribuir a que el trabajo sea más desagradable y duro, provocando cansancio y fatiga más fácilmente y que a largo plazo se agrave.

Es importante proporcionar los medios apropiados para que los trabajadores reciban formación e información, por medio de programas de entrenamiento que incluyan:

- Información y formación acerca de los factores que están presentes en la manipulación y de la forma de prevenir los riesgos debidos a ellos.
- Uso correcto del equipo de protección individual, en el caso que sea necesario su uso durante la tarea.
- Formación y entrenamiento en técnicas seguras para la manipulación de las cargas.

### **3.1.6.2. Carga mental**

Con la aplicación de las nuevas tecnologías, impone al trabajador elevadas exigencias en sus capacidades de procesar información. El trabajo implica, a menudo, la recogida e integración rápida de una serie de informaciones con el fin de emitir, en cada momento, la respuesta más adecuada a las exigencias de la tarea.

Los factores que inciden directamente en la carga mental son:

- La complejidad de la respuesta que se exige
- El tiempo en que se ha de responder
- Las capacidades individuales
- El salario
- Las malas relaciones laborales
- Los trabajos de poco contenido

Las medidas para mejorar las condiciones de trabajo y adecuar las exigencias de trabajo mental a las personas van dirigidas a:

- Facilitar y orientar la atención necesaria para desempeñar el trabajo.
- Reducir o aumentar (según el caso) la carga informativa para ajustarla a las capacidades de la persona, así como facilitar la adquisición de la información necesaria y relevante para realizar la tarea.

- Proporcionar los apoyos pertinentes para que la carga o esfuerzo de atención y de memoria llegue hasta niveles que sean manejables (ajustando la relación entre la atención necesaria y el tiempo que se ha de mantener).
- Reorganizar el tiempo de trabajo (tipo de jornada, duración, flexibilidad, entre otros) y facilitar suficiente margen de tiempo para la autodistribución de algunas breves pausas durante cada jornada de trabajo.

### **3.2. Señalizaciones**

La señalización de seguridad y salud en el trabajo debe utilizarse siempre que sea necesario para llamar la atención sobre riesgos, prohibiciones y obligaciones; alertar en situaciones de emergencia, facilitar la localización e identificación de medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios y orientar en la realización de tareas peligrosas.

#### **3.2.1. Señalización óptica**

Una de las finalidades de la señalización óptica es atraer rápidamente la atención ante un peligro y facilitar su identificación especificándolo, si es necesario, mediante indicaciones más precisas.

Se propone la ubicación de las señales ópticas:

- La señal va ubicada en sitios de alta circulación.

- Señales claramente visibles ubicadas a no más de 30 metros entre sí, que indiquen las rutas de evacuación a las descargas de salida y a los lugares seguros.
- Señal en las rutas de evacuación: placa con la palabra: salida, u otra equivalente, escrita con caracteres legibles, no menores de 150 milímetros de alto y un trazo no menor de 20 milímetros, acompañada de flecha en colores de alto contraste.
- Señal en las descargas de salida: pictograma con persona en acción de salir, acompañado de flecha y la palabra: salida, en colores de alto contraste; escrita con caracteres legibles.
- Símbolo internacional de accesibilidad: en colores de alto contraste ubicado en la entrada de instalaciones como: servicios sanitarios, ascensores, rampas, parqueaderos y otros espacios que ofrezcan las facilidades para discapacitados.

### **3.2.2. Señalización acústica**

Se basa, principalmente, en la emisión de ondas sonoras que son recibidas por el oído en forma instantánea (alarmas, timbres, altavoces, entre otros) y que, de acuerdo a códigos conocidos, informa de un determinado mensaje a las personas. Se usa, básicamente, para dar a conocer diferentes tipos de alerta en la empresa, en casos de emergencia.

### **3.2.3. Señalización olfativa**

Utiliza las propiedades odorantes que poseen ciertos productos para estimular las neuronas olfativas, a fin de combinarlos con otros productos determinados y poderlos detectar.

### **3.2.4. Señalización táctil**

Basado en las diferentes sensaciones experimentadas cuando se toca algo con cualquier parte del cuerpo.

Aunque, en general, no está contemplada en la legislación, debido a su importancia se contempla en el diseño de los órganos de mando, herramientas y objetos manuales.

## **3.3. Señales de seguridad**

El propósito de la señalización de seguridad junto con la aplicación de los colores que refuerzan su efecto, es dar un aviso o un mensaje de seguridad.

Esta señalización de seguridad puede también usarse para indicar la ubicación de los elementos y equipos, particularmente importantes desde el punto de vista de la seguridad.



Figura 13. **Señales de seguridad**



Fuente: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Se%C3%B1ales\\_de\\_seguridad.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Se%C3%B1ales_de_seguridad.jpg).

Consulta: 22 de abril de 2011.

### 3.3.1. **De prohibición**

Señal de seguridad que prohíbe un comportamiento que puede provocar una situación de peligro.

### 3.3.2. **De obligación**

Es una señal de seguridad que obliga a un comportamiento determinado.

### **3.3.3. De prevención**

Preavisan sobre la proximidad de una circunstancia o variación de las condiciones de la vía, ya que puede resultar sorpresiva o peligrosa para el conductor.

### **3.3.4. De información**

Pueden proporcionar una indicación relativa a seguridad, emergencias (salidas de emergencia, situación de los puestos de primeros auxilios o de dispositivos de emergencia, etc.) o equipos contra incendio.

### **3.3.5. Colores de señalización**

El uso más importante del color es el mejoramiento de las condiciones ambientales de los trabajadores al proporcionarle un bienestar visual, el color como la textura tiene efectos psicológicos en las personas.

Los analistas usan los colores para reducir los contrastes fuertes, aumentar la reflectancia, resaltar los peligros y llamar la atención a ciertas características del entorno de trabajo.

Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos.

En el siguiente cuadro se muestran los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso:

Tabla XX. **Colores de identificación para tuberías**

<b>Contenido de la tubería</b>	<b>Color</b>
Agua potable	VERDE
Aguas negras	NEGRO
Agua sistema contra incendio	ROJO
Instalaciones telefónicas	GRIS
Instalaciones eléctricas	NARANJA
Red transmisión de datos	AZUL OSCURO
Líquidos combustibles	AMARILLO
Aire	AZUL CLARO
Conductos de ventilación	BLANCO

Fuente:<http://ihss.hn/transparencia/planeacion/programasyproyectos/Documents/OTROS%20PROGRAMAS%20Y%20PROYECTOS/PROGRAMA%20DE%20SEÑALIZACION.pdf>.

Consulta: 22 de abril de 2011.

### **3.3.6. Balizamiento**

Es un objeto señalizador utilizado para indicar un lugar geográfico o una situación de peligro potencial. Se utiliza para referirse a la acción de ubicar un sitio en relación a otros, fácilmente ubicables, que aseguran el poder encontrarlo posteriormente. Puede ser activa, si emite una señal (sea del tipo que sea) o pasiva, si no emite.

### 3.3.7. Iluminación de emergencia

Las Iluminaciones de emergencia están diseñadas para encenderse instantáneamente ante un corte de energía. Casi no requieren instalación. Solo deben conectarse a la de red de energía eléctrica para su funcionamiento. Cuando vuelve la energía, los equipos se apagan y recargan su batería en forma automática.

El objetivo es instalar este tipo de iluminación dentro de la empresa con el fin de asegurar al personal cuando trabaje en turno nocturno para la utilización de los medios de evacuación en todo momento.

### 3.4. Ruta de evacuación

Es la acción de desocupar ordenada y planificadamente un lugar. Es realizada por razones de seguridad ante un peligro potencial o contingencia, cuyos objetivos principales son prevenir la pérdida de vidas, evitar lesiones y proteger los bienes.

Cálculos de salida de evacuación

$$TS = \frac{N}{A * K} + \frac{D}{V}$$

TS = tiempo de salida

N = número de personas que ocupan la estructura

A = ancho de las salidas (promedio de todas en metros)

K = constante experimental 1,3 personas/metro-segundos

D = distancia a recorrer en metros

V = velocidad de desplazamiento 0,6 metros/segundo

### **3.5. Higiene**

En una fábrica no solo debe haber siempre aseo, sino también orden: un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Esto no puede lograrse mediante una limpieza y ordenación a fondo ocasionales. Necesita ser algo continuo y darle la suficiente atención. Dícese de un lugar que está limpio, cuando las cosas que hay en él están en su lugar bien arregladas y en condición satisfactoria.

Si por doquier hay mugre y basura, están fuera de lugar. Si el material se encuentra mal estibado o colocado, ese material está fuera de lugar. Dentro de la empresa cada jefe de área es el encargado de mantener las instalaciones y el área limpia y ordenada, la revisión se hace continuamente.

### **3.6. Seguridad**

Se ocupa de dar lineamientos generales para el manejo de riesgos en la industria. Las instalaciones industriales incluyen una gran variedad de operaciones que tienen peligros inherentes que requieren un manejo cuidadoso, razón por la cual es necesario manejar adecuadamente, los riesgos para reducir al mínimo los impactos adversos.

#### **3.6.1. El hombre**

La seguridad de la planta de operación de Multiperfiles se verificó en un recorrido por las instalaciones, permitiendo determinar que el personal de operaciones no cuenta con protección personal.

La propuesta que se realizó es colocar equipo de protección al personal de producción y mantenimiento (cascos, lentes, guantes, mascarillas, orejeras, botas industriales y uniforme industrial), realizando una evaluación de riesgos a cada área verificando así el equipo que necesita cada persona que se encuentra en la planta de producción, se establecerá convenio con el empresario para que entregue los equipos de seguridad industrial al operador de la siguiente forma:

- Cascos, lentes, guantes, mascarillas, orejeras, a cuenta del empresario reemplazándolos cada tres o cuatro meses.
- Botas industriales y uniforme industrial, se realizará un convenio del descuento a los operadores, 50 por ciento empresario y 50 por ciento operario y técnicos, los cambios se realizarán dos veces al año.

### **3.6.2. La máquina, dispositivo, equipo y los materiales**

Pueden provocar un accidente por alguno de estos motivos:

- No poseen las protecciones adecuadas.
- No posee un diseño adecuado que evite que el hombre se exponga en las zonas de operación (balancines, guillotinas, etc.).
- Materiales que contaminan el ambiente y atentan contra la salud (líquidos contaminantes, materiales en forma de polvo que ingresan a las vías respiratorias, etc.).

La lista se podría completar con más elementos provenientes de las máquinas, equipos o los materiales.

### **3.6.3. El medio ambiente**

Algunas de las causas en el medio ambiente son: la mala iluminación y ventilación, los ruidos elevados, la falta de orden y limpieza y los pisos deteriorados, que hacen que el operador baje su rendimiento en el trabajo, provocando deficiencia en la producción. En el capítulo dos numeral 2.1.1 y capítulo tres numeral 3.1.5.1, se habla sobre las instalaciones que debe tener el medio ambiente adecuado, para el buen funcionamiento.

### **3.6.4. Iluminación**

La iluminación de la planta de operación de Múltipfiles, como se describió en el capítulo dos numeral 2.1.1 se encuentran en buen estado, con un 100 por ciento de las lámparas en funcionamiento.

### **3.6.5. Ventilación**

La planta de operación de Múltipfiles, cuenta con ventilación natural. Se realizó un recorrido por las instalaciones del edificio y permitió determinar que el sistema de ventilación es el adecuado.

$$V = \frac{QI}{(0,3118 - (TI - TME))}$$

V = volumen de aire en m<sup>3</sup> que se desea renovar

QI = calor a eliminar

TI = 30<sup>0</sup> C tomado por pistola termográfica

TME = 32<sup>0</sup> C tomado por pistola termográfica

$$QI = CI + C2 + PP$$

$$CI = 864 \text{ calorías/Kwh}$$

$$C2 = 27^\circ \text{ centígrados}$$

$$PP = \text{techo zinc} = 2,2$$

$$QI = (864) + (27) + (2,2) = 893,2$$

$$V = \frac{893,2}{(0,3118 - (30 - 32))} = 386,36 = 386 \text{ m}^3$$

### **3.6.6. Ruidos elevados**

El ruido de la planta de operación de Multiperfiles, como se describió en el capítulo tres numeral 3.1.5.1, se encontraron los decibeles que la máquina produce al momento de funcionar, estos datos fueron encontrados en el manual del fabricante.

### **3.6.7. Falta de orden y limpieza**

La limpieza tiene como propósito clave el de mantener todo en condición óptima, de modo que cuando alguien necesite utilizar algo lo encuentre listo para su uso.

La limpieza no debe considerarse como una tarea ocasional que tradicionalmente se ejecuta en verano o a final de año o cuando se programa o se produce un paro de proceso.



Por supuesto que determinadas fechas o situaciones de proceso pueden considerarse y habilitarse como idóneas para la ejecución de tareas especiales de limpieza o para aprovechar y realizar una limpieza a fondo; pero la limpieza no debe realizarse solo en esas ocasiones sino que debe estar profundamente enraizada en los hábitos diarios de trabajo e integrarse en las tareas diarias de mantenimiento, combinando los puntos de chequeo de limpieza y mantenimiento.

La planificación de la limpieza diaria debe formar parte de un procedimiento de actuación que los empleados deben conocer y aplicar. Tal tarea de verificación y control debe hacerse con una periodicidad establecida, como mínimo semanalmente y hacer uso de cuestionarios de chequeo elaborados para tal efecto.

En la figura 14 se muestra el formulario de inspección de orden y limpieza mediante el cual se propone llevar un estricto control de las tareas asignadas.

Figura 14. Formulario de inspección de orden y limpieza

CÓDIGO:

ÁREA: FECHA DE INSPECCIÓN: HORA:

INSPECTOR:

	SÍ	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE
<b>LOCALES</b>				
Las escaleras y plataformas están limpias, en buen estado y libres de obstáculos				
Las paredes están limpias y en buen estado				
El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia				
Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas				
Los extintores están en su lugar de ubicación y visibles				
<b>SUELOS Y PASILLOS</b>				
Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario				
Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos				
Están las vías de circulación de personas y vehículos diferenciadas y señalizadas				
<b>ALMACENAJE</b>				
Las áreas de almacenamiento y deposición de materiales están señalizadas				
Los materiales y sustancias almacenadas se encuentran correctamente identificadas				
Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso				
Los materiales se apilan o cargan de manera segura, limpia y ordenada				
<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>				
Se encuentran limpias y libres en su entorno de todo material innecesario				
Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceites y grasas				
Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento				
<b>HERRAMIENTAS</b>				
Están almacenadas en cajas o paneles adecuados, donde cada herramienta tiene su lugar				
Se guardan limpias de aceite y grasa				
Las eléctricas tienen el cableado y las conexiones en buen estado				
Están en condiciones seguras para el trabajo, no defectuosas u oxidadas				
<b>RESIDUOS</b>				
Los contenedores están colocados próximos y accesibles a los lugares de trabajo				
Están claramente identificados los contenedores de residuos especiales				
Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área				
La zona de alrededor de los contenedores de residuos está limpia				
<b>OBSERVACIONES:</b>				

$$\% \text{ CUMPLIMIENTO} = \frac{2 \cdot (\text{N}^\circ \text{ SÍ}) + (\text{N}^\circ \text{ A MEDIAS})}{64 - 2 \cdot (\text{N}^\circ \text{ NO PROCEDE})} \cdot 100$$

Fuente: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_481.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_481.pdf). Consulta: 22 de abril de 2011.

### **3.6.8. Pisos deteriorados**

Los pisos del Departamento Productivo de Multiperfiles están en buen estado, lo único que se encontró fueron manchas de grasa, por lo que una de la propuesta para realizar la limpieza de los pisos son:

- Realizar la limpieza del piso con una pulidora y desengrasante para mantener el piso en buen estado, se realizará la limpieza por los operadores en el área de trabajo y por el personal de mantenimiento en los pasillos.
- Cuando se realice el mantenimiento deberá evitarse la contaminación de aceite y grasa para no provocar el deterioro del suelo.

### **3.6.9. Alta contaminación del ambiente por gases, vapores o polvos**

Contaminantes pueden ser impurezas naturales y contaminaciones generados por la acción del hombre.

- Impurezas inorgánicas

Como un contenido elevado de suelo y agua en metales pesadas u otros oligoelementos y sales. Los contenidos en el agua pueden alcanzar valores que no permiten su uso como agua potable o que limitan el uso del agua para algunas aplicaciones. La presencia de estas impurezas depende de la situación geológica regional.

- Impurezas orgánicas

Como los residuos vegetales en el suelo y el agua producido por la descomposición natural de la celulosa, ligninas, peptinas y albúminas; los residuos de los excrementos de animales con posibles efectos nocivos y también organismos vivos como algas y bacterias.

Normalmente las impurezas orgánicas naturales son de importancia secundaria para la calidad del agua, por la actuación autolimpiadora de las aguas, aunque bajo circunstancias especiales pueden causar efectos negativos.

### **3.7. Análisis de operación**

Es un procedimiento empleado para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con el propósito de su mejoramiento.

#### **3.7.1. Hombre**

Una regla primordial a observar es tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla. Las operaciones innecesarias son frecuentemente resultado de una planeación inapropiada en el momento de iniciar el trabajo. Estas pueden originarse por la ejecución inapropiada de una operación previa o cuando se introduce una operación para facilitar otra que la sigue.

### **3.7.2. Máquina**

Para el mejoramiento de los procesos de manufactura hay que efectuar una investigación de cuatro aspectos:

- Al cambio de una operación, considerar los posibles efectos sobre otras operaciones.
- Mecanización de las operaciones manuales.
- Utilización de mejores máquinas y herramientas en las operaciones mecánicas.
- Operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas.

### **3.7.3. Herramientas**

El elemento más importante a considerar en todos los tipos de herramienta y preparación es el económico. La cantidad de herramientas más ventajosa depende de:

- La cantidad de piezas a producir
- La posibilidad de repetición del pedido
- La mano de obra que se requiere
- Las condiciones de entrega
- El capital necesario.

### **3.7.4. Lugar de trabajo**

Está comprobado que establecimientos que mantienen buenas condiciones de trabajo sobrepasan en producción a los que carecen de ellas.

Por lo que hay un beneficio económico que se obtiene de la inversión en mantener buenas condiciones de trabajo.

Algunas consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo son:

- Mejoramiento del alumbrado.
- Control de la temperatura.
- Ventilación adecuada.
- Control del ruido.
- Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales.
- Eliminación de elementos irritantes y nocivos como polvo, humo, vapores, gases y nieblas.
- Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y de transmisión de movimiento.
- Dotación del equipo necesario de protección personal.
- Organizar y hacer cumplir un programa adecuado de primeros auxilios.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES, ENFOCADO EN EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL CONTROL DE FALLOS EN EL ÁREA DE TROQUELES Y COSTANERAS S. A.**

### **4.1. Producción más Limpia**

La Producción más Limpia es una estrategia preventiva que se aplica a los procesos, productos y servicios, con la finalidad de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

#### **4.1.1. Compromiso**

La iniciativa de implementar la estrategia de las 5S puede surgir de cualquier nivel jerárquico de la empresa, siendo lo ideal que su origen provenga de la alta dirección, ya que es quien autoriza directamente los recursos necesarios para iniciar eficazmente el proceso de implementación. Por otra parte, si la propuesta proviene de algún nivel subordinado será un gran reto el obtener el visto bueno y el compromiso de la alta dirección.

El éxito en la implementación de las 5S, radica en gran medida de la determinación enérgica y afirmativa de parte de la alta dirección, ya que sin su apoyo este proceso se interrumpirá y posteriormente llegar al grado de paralizarlo de forma definitiva, lo cual sería desfavorable en la empresa.

#### **4.1.1.1. Designar un equipo**

Debe ser integrado por miembros de los distintos departamentos o áreas estratégicas de la empresa, a quienes se les asignará las tareas de planificar, coordinar, ejecutar y monitorear las actividades para la implementación exitosa de las 5S.

Estas personas pueden ser seleccionadas por su liderazgo, dinamismo, compromiso, colaboración, comunicación, actitud positiva y ejemplo ante sus compañeros.

#### **4.1.1.2. Elaborar una lista de las operaciones prioritarias**

La implementación de la lista para la realización de las operaciones prioritarias se comenzará con las responsabilidades de planear, hacer, verificar y actuar.

- Planear
  - Elaborar planes para el desarrollo de las actividades
  - Promocionar las actividades
  - Gestionar los recursos necesarios para su implementación
  
- Hacer
  - Coordinar las actividades de capacitación en el tema 5S.
  - Convocar y dirigir las reuniones 5S.



- Fomentar la integración del personal como un solo equipo de trabajo.
- Animar al personal a que colaboren con un espíritu de trabajo en equipo.
- Participar en el desarrollo de las actividades 5S.
- Verificar
  - Dar seguimiento a los planes definidos
  - Realizar inspecciones o auditorías relacionadas con las 5S
- Actuar
  - Fomentar la implementación de actividades de mejora
  - Velar por el cumplimiento de las acciones
  - Documentar las acciones, actividades, resultados y pasos a seguir
  - Presentar propuestas de mejora

#### **4.1.1.3. Identificar las operaciones generadoras de residuos**

Con el propósito de asegurar el mantenimiento de un clima apropiado para que los empleados desarrollen sus labores de forma segura y cómoda se ha implementado el programa 5S, definiéndose las actividades para que sean desarrollada por los departamentos de la empresa, tales como:

- Ordenamiento de materias primas, repuestos y equipo.
- Limpieza general de las áreas.
- Utilización del equipo de seguridad personal.

- Limpieza de la maquinaria.
- Verificación del estado de las instalaciones de la planta.
- Examinar las condiciones en los que los empleados llevan a cabo sus labores.
- Realización de los procesos de mejora continua.

Para llevar a cabo este programa se cuenta con la participación de los gerentes y jefes de Área, supervisores de Área, y todos los empleados de la empresa, quienes llevan a cabo las actividades de la Producción más Limpia.

#### **4.1.2. Análisis de las etapas de proceso**

- Grupo de trabajo o persona responsable del estudio

Seguir las reglas que se señalan en el procedimiento para su correcta construcción, interpretación y utilización.

- Dirección de Calidad

Asesorar a aquellos que así lo soliciten en las bases para la construcción y utilización del Diagrama de Flujo.

##### **4.1.2.1. Elaborar el Diagrama de Flujo del Proceso**

El Diagrama de Flujo es una representación gráfica de la secuencia de pasos que se realizan para obtener un cierto resultado.

- Establecer quiénes deben participar en su construcción.

El grupo de trabajo, o la persona responsable del estudio identificará los organismos implicados en el proceso, o parte del mismo, que debe ser analizado. Se invitará a un representante de dichos organismos a participar en la construcción del Diagrama de Flujo. El número de participantes en la sesión de construcción del diagrama no será superior a 10 para que el grupo sea operativo y eficaz.

- Preparar la logística de la sesión de trabajo

Con el objetivo de que el ritmo de la sesión de trabajo sea el adecuado se debe prever:

- Dar la información necesaria a los participantes en la reunión sobre el objeto de la misma y sobre este procedimiento.
- Preparar superficies y material de escritura que permitan tener a la vista continuamente el trabajo desarrollado.
- Definir claramente la utilización del Diagrama de Flujo y el resultado que se espera obtener de la sesión de trabajo
  - En primer lugar, es necesario clarificar el objetivo de la construcción del Diagrama de Flujo y escribirlo de forma que sea visible para los participantes durante toda la sesión.
  - Esta clarificación permitirá definir el grado de detalle y la estructura que se requieren en el diagrama para poder alcanzar dicho objetivo.

- Definir los límites del proceso en estudio

La mejor forma de definir y clarificar dicha definición de los límites del proceso es decidir cuáles son el primer y último pasos del Diagrama de Flujo.

- Esquematizar el proceso en grandes bloques o áreas de actividades
  - Identificar los grupos de acciones más relevantes del proceso y establecer su secuencia temporal.
  - Esta esquematización global del proceso a analizar servirá de ayuda para guiar el proceso de construcción del diagrama.

- Identificar y documentar los pasos del proceso

Esta actividad puede comenzar, tanto por el primer paso del proceso, como por el último, no existiendo ningún criterio que indique mayor eficacia en alguno de los dos enfoques. Sea cual sea la dirección en que se realice, si se considera útil, realizar una revisión en la dirección contraria.

- Realizar el trabajo adecuado para los puntos de decisión o bifurcación
  - Escribir la decisión o alternativa de acuerdo con la simbología utilizada e identificar los posibles caminos a seguir mediante la notación adecuada. En general, cuando se trata de una toma de decisión, se incluye dentro del símbolo una pregunta y la notación de las dos ramas posibles correspondientes se identifican con la notación SI/NO.

- Escoger la rama más natural o frecuente de la bifurcación y desarrollarla, identificando y desarrollando los pasos del proceso, hasta completarla.
  - Retroceder hasta la bifurcación y desarrollar el resto de las ramas de igual modo.
- Revisar el diagrama completo

Comprobar que no se han omitido pasos, pequeños bucles, etc. y que el proceso tiene una secuencia lógica. En caso de que existan dudas sobre parte del proceso representado, realizar una observación directa del proceso o contactar con expertos de esa área para su aclaración. El resultado final de este paso es el Diagrama de Flujo del proceso en estudio.

#### **4.1.2.2. Revisar el proceso e identificar el origen de los desechos**

Analizando el Diagrama de Flujo del proceso, este puede ser un producto, un servicio, o bien una combinación de ambos, se tendrán conclusiones como:

- Eficiencia de las operaciones que conforman el proceso
- Determinación de mayores consumos
- Determinación de mayores residuos y subproductos

Una vez obtenidas las anteriores conclusiones, se analiza el proceso de una manera global con el fin de identificar las raíces de estos problemas.

### **4.1.3. Generación de oportunidad de Producción más Limpia**

La Producción más Limpia es benéfica para el ambiente, porque reduce la contaminación de la industria

#### **4.1.3.1. Generar opciones de minimización de residuos**

Un plan de minimización de residuos es el instrumento a través del cual puede ponerse en marcha la minimización de residuos en la empresa. El plan de minimización implica organizar los medios humanos y técnicos de una empresa con el fin de sustituir, en la medida de lo posible, la gestión clásica de residuos y emisiones basada en sistemas de tratamiento y eliminación al final del proceso (fin de línea), por prácticas de reducción en origen y reutilización. Este plan puede enmarcarse dentro de la implantación de planes de calidad, de seguridad y de un sistema de gestión medioambiental de la empresa.

#### **4.1.3.2. Seleccionar opciones viables**

La Producción más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

- En los procesos de producción, la Producción más Limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones.

- En el desarrollo y diseño del producto, la Producción más Limpia aborda la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.
- En los servicios, la Producción más Limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios.

#### **4.1.4. Seleccionar soluciones de Producción más Limpia**

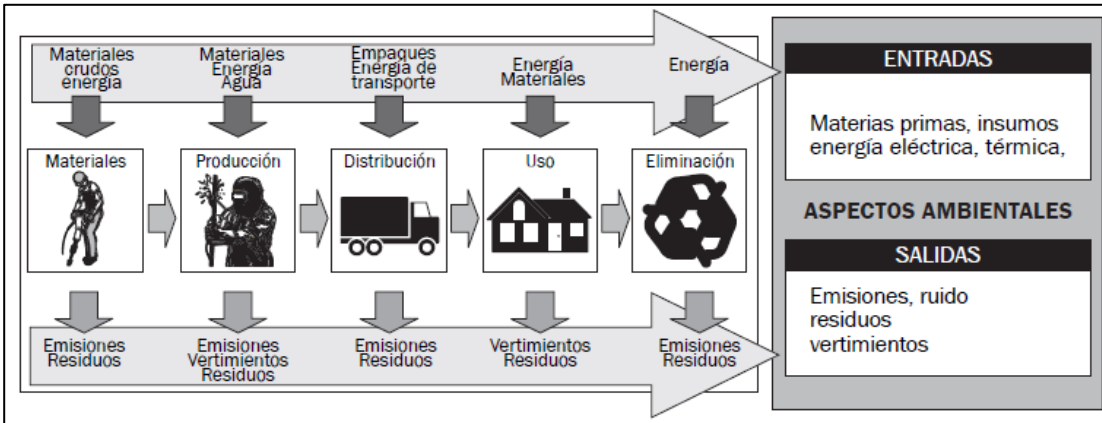
La Producción más Limpia solo tendrá éxito si se hace el mayor esfuerzo para apoyarla y promoverla, es importante tener el conocimiento de la empresa.

##### **4.1.4.1. Evaluar los aspectos ambientales**

Se identifican los procesos unitarios de las actividades, productos o servicios de una organización, y luego definir para cada uno de estos, cuáles son las entradas y salidas.

En la figura 15 se muestran los impactos ambientales de un producto durante su ciclo de vida.

Figura 15. Impactos ambientales de un producto



Fuente: [http://www.edeca.una.ac.cr/files/Sistemas\\_de\\_Gestion\\_CyA/leonmarquez.pdf](http://www.edeca.una.ac.cr/files/Sistemas_de_Gestion_CyA/leonmarquez.pdf).

Consulta: 19 de mayo de 2011.

#### 4.1.4.2. Seleccionar soluciones para la implementación

El presente artículo abordará la Producción más Limpia, (P+L), pero no por medio de definiciones abstractas ni como filosofía de difícil aplicación, sino con la aplicación de siete pasos por seguir para lograr implementar una verdadera estrategia de Producción más Limpia, (P+L), en una organización.

- Paso 1: inicio del ciclo

Esta fase consiste en lograr el apoyo gerencial, definir los objetivos principales del programa y realizar la planificación de actividades generales.



- Paso 2: análisis de la situación actual

Para plantear mejoras, es necesario conocer cómo se encuentra la empresa en el momento inicial.

- Paso 3: balance de materiales / análisis del proceso

Cuando se han esquematizado los procesos de interés de la empresa y se han identificado tanto las entradas como las salidas de las operaciones unitarias que los conforman, se inicia con el seguimiento de parámetros. De esta forma, se definen los recursos y materias primas que se van a cuantificar, así como los puntos y períodos de tiempo para la cuantificación.

- Paso 4: definición de opciones de mejora

Esta etapa requiere una importante capacidad de análisis por parte del grupo de Producción más Limpia de la empresa. Por tal motivo, si los integrantes de este grupo no cuentan con esta competencia, es necesario primero capacitarlos en el tema de Producción más Limpia.

- Paso 5: asignación de prioridad a las opciones

Realizar una categorización inicial de las opciones que pueden llevarse a cabo inmediatamente (por lo general relacionadas con buenas prácticas y formas diferentes de realizar las labores).

- Paso 6: definición de planes de implementación

El sexto paso consiste en generar un plan de implementación de medidas en donde se debe especificar el período de ejecución de cada opción.

Es necesario, también desarrollar indicadores de eficiencia con los que en un inicio se cuantifique la situación antes de llevar a cabo las mejoras (establecimiento de la línea base), y que luego sirvan para monitorear los avances o retrocesos resultantes de la implementación de las medidas.

- Paso 7: seguimiento, culminación y evaluación del ciclo

Una vez que se tienen debidamente creados los planes de implementación, se debe iniciar la fase de llevar a cabo las acciones. El grupo de Producción más Limpia debe supervisar que se sigan los planes. En caso de variaciones, los cambios se deben documentar e incluir en un listado para ser discutidos posteriormente. Para lograr brindar un control adecuado, se debe crear un plan de seguimiento en donde se indique la opción, la actividad específica, los indicadores y las acciones correctivas.

Por último, esta fase involucra la realización de una reunión de cierre del ciclo del programa de P+L e inicio del siguiente con la gerencia. La prevención de la contaminación debe ser un proceso apto y flexible para la empresa, en el cual los involucrados se sientan cómodos e incentivados para usar su creatividad.

#### **4.1.5. Implementar soluciones de Producción más Limpia**

Actualmente, la mayoría de las industrias no controla completamente la generación de residuos en sus procesos. Este problema se presenta principalmente en las pequeñas y medianas industrias, que son las que en muchos casos no cuentan con los recursos económicos y humanos necesarios para reducir la generación de residuos.

##### **4.1.5.1. Preparar la implementación**

En preparación de la implementación de Producción más Limpia se entablará una buena comunicación con el gerente de Producción y jefe de Producción para ver la minimización en seis etapas:

- Iniciar: se planea y organiza para la auditoria para la minimización de los residuos incluyendo el establecimiento de un equipo para el proyecto y la selección del enfoque de la auditoria.
- Análisis de las etapas del proceso: se evalúan las unidades de operación correspondientes a la selección del enfoque de la auditoria con el fin de cuantificar la generación de residuos, sus costos y causas.
- Generación de oportunidades de minimización de residuos: se desarrollan y seleccionan preliminarmente las oportunidades de minimización de residuos.
- Selección de las soluciones de minimización: se evalúa la viabilidad técnica y financiera de las oportunidades ambientalmente deseables con el fin de seleccionar las mejores soluciones.

- Implementación de las soluciones de minimización: se implementan las soluciones más viables de minimización de residuos y el monitoreo de los resultados logrados con su implementación.
- Mantenimiento de la minimización de residuos: perpetuar la búsqueda continua de oportunidad de minimización de residuos.

#### **4.1.5.2. Implementar soluciones de minimización de residuos**

El control de la contaminación ha sido dominado por las estrategias de reducción de residuos y esta labor requiere muchas horas de trabajo, energía, materiales e inversiones fuertes. Dentro de las minimizaciones se encuentran técnicas como:

- Uso de materias, procesos o prácticas que disminuyan o eliminen la creación de contaminantes o residuos en el origen.
- Reciclaje/reutilización/recuperación.

#### **4.1.5.3. Monitorear y evaluar resultados**

El monitoreo se puede definir como una supervisión periódica o función continua que se orienta primordialmente a dar a la gerencia del proyecto y a los principales actores información temprana acerca del progreso. La evaluación se define como un proceso que intenta determinar de la manera más sistemática y objetiva posible las actividades con respecto a los objetivos.

Los resultados de la aplicación del sistema de monitoreo y evaluación del plan generará los siguientes resultados:

- Problemas y obstáculos identificados
- Nuevas acciones incorporadas
- Acciones de diálogo y concertación mejorados
- Procesos, logros e impactos mejorados

Es importante definir la información que se necesita recopilar, utilizando para ello indicadores. Además, especificar los métodos de recolección de datos con sus respectivas fuentes de información y los instrumentos empleados.

Las fuentes de información a ese respecto, son diversas, entre ellas están las siguientes:

- Planes operativos
- Entrevistas con responsables
- Encuestas a la población
- Informes de avance
- Visitas de observación
- Reuniones periódicas

#### **4.1.6. Mantener el proceso Producción más Limpia**

Es imperativo que el equipo de Producción más Limpia no pierda el impulso después de que se hayan implantado unas pocas opciones, o después de que el consultor en Producción más Limpia haya terminado su labor en la empresa.

#### **4.1.6.1. Mantener soluciones de minimización**

Se considerarán las prácticas de buen manejo para la realización de la identificación y agrupación de materiales que por su simplicidad en la mayoría de los casos no requieren de una inversión alta; se refieren a mejorar y optimizar el manejo que el operario realiza en su puesto de trabajo.

Se contemplarán las acciones que requieren de un cambio en el proceso productivo, con el fin de lograr una reducción de las corrientes residuales, una minimización de los riesgos en el puesto de trabajo y la optimización del proceso.

Después de identificar y agotar las posibilidades para implementar prácticas de buen manejo y cambio de proceso, se evaluará la viabilidad de un cambio tecnológico que consiste en la sustitución de equipos con tecnología de punta.

#### **4.1.6.2. Identificar nuevos procesos para la minimización de residuos**

La primera parte del plan consiste en plasmar en cada área (máquina) los flujos de residuos, los criterios utilizados para ordenar los flujos deben estar en consonancia con los objetivos del plan de minimización, los cuales pueden ser:

- Consumo de energía
- Riesgo para la seguridad de los trabajadores
- Riesgo para el medio ambiente
- Importancia para la imagen pública de la empresa

Al analizar la viabilidad económica de la Producción más Limpia hay que tener en cuenta, la rentabilidad y los riesgos de la inversión. La rentabilidad se compara con los ingresos en los gastos (costes de diversos tipos) que se realizarán para la implementación del proyecto de Producción más Limpia.

Es importante controlar resultados en los cambios de la fachada de la empresa, manteniendo motivados a los empleados que puedan comprobar que el plan funciona y no responde a un capricho de dirección o los técnicos de la planta, y que sus esfuerzos permiten obtener resultados. La figura 16 muestra el cronograma de implementación del análisis del proceso de producción y reducción de los riesgos laborales.

**Figura 16. Cronograma de implementación del análisis del proceso de producción y reducción de los riesgos laborales enfocado en el diseño y elaboración del control de fallos en el área de Troqueles y Costaneras S. A.**

Actividades	Días																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
implementación de 5s																														
Designar equipo de trabajo																														
Elaborar una lista de las operaciones prioritarias																														
Identificar las operaciones generadoras de residuos																														
Análisis de las etapas de proceso																														
Elaborar el diagrama de flujo del proceso																														
Revisar el proceso e identificar el origen de los desechos																														
Generar opciones de minimización de residuos																														
Seleccionar opciones viables																														
Seleccionar soluciones de producción más limpia																														
Evaluar los aspectos ambientales																														
Seleccionar soluciones para la implementación																														
Implementar soluciones de producción más limpia																														
Preparar la implementación																														
Implementar soluciones de minimización de residuos																														
Monitorear y evaluar resultados																														
Mantener el proceso producción más limpia																														
Mantener soluciones de minimización																														
Identificar nuevos procesos para la minimización de residuos																														

Fuente: elaboración propia.





## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Mantenimiento de maquinaria**

Es la serie de tareas o trabajos que hay que ejecutar en algún equipo o planta, a fin de conservarlo eficientemente para que pueda brindar el servicio para el cual fue creado.

El mantenimiento preventivo y correctivo diario se efectuará durante los días laborables, basándose en dos acciones estratégicas, las preventivas y las correctivas.

#### **5.1.1. Mantenimiento preventivo**

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, y el objetivo que persigue es el de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos.

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo, pero un análisis de estos nos proporcionan cinco tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo: predictivo, periódico, analítico, progresivo y técnico.

#### **5.1.1.1. Preventivo mayor**

Para efectuar el mantenimiento preventivo mayor se designa al personal calificado para realizar el mantenimiento de inmediato y con la mayor solvencia profesional. Por lo general, el personal para este tipo de mantenimiento se agrupa (un mecánico y un electricista, por ejemplo).

Este tipo de mantenimiento consta de realizar todo el cambio a piezas dañadas y desgastadas (cojinetes, sensores, chumaceras, bujes, cables, por mencionar algunos).

#### **5.1.1.2. Preventivo menor**

Para efectuar el mantenimiento preventivo menor se designa al personal calificado para realizarlo de inmediato y con la mayor solvencia profesional.

Este tipo de mantenimiento consta de realizar la lubricación a maquinarias y limpieza a cuartos eléctricos.

#### **5.1.2. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para máquinas T-100 y costanera**

Se trata de la descripción detallada de las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, se refiere a tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

### **5.1.2.1. Mantenimiento diario**

El mantenimiento preventivo que se propone consiste en la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan establecido. Su propósito es prever los fallos, manteniendo el sistema en completa operación a los niveles de calidad y eficiencia óptimos.

### **5.1.2.2. Mantenimiento semanal (referencia)**

- T-100 (eléctrico): es necesario realizar la revisión de:
  - Cable de botonera de desenrollador
  - Conexiones de botonera
  - Relés de mando
  - Estado de fusibles
  - Cable y micro de desenrollador
  - Cable y pulsador móvil de inicio de paso de rolado
  - Contactores de panel de consola
  - Relés de panel de consola
  - Limpieza exterior de panel
  - Cable y estación de mando móvil
  
- T-100 (mecánico): es importante revisar:
  - Fugas en bloque de válvulas, y revisión de mangueras.
  - Limpieza de intercambiador de calor de aceite de unidad hidráulica principal.

- Cadenas de transmisión.
  - Rodillos de salida de lámina.
  - Nivel de aceite de unidad hidráulica de botador de lámina.
  - Fugas y estado de bomba y válvula hidráulica.
  - Cilindro hidráulico de corte.
  - Mangueras hidráulicas.
  - Engrase de guías de cuchilla superior.
  - Uniones de transmisión de cuchilla superior.
- Costanera (eléctrico): es necesario llevar a cabo:
    - Limpieza exterior de paneles.
    - Limpieza interior de paneles.
    - Limpieza de variadores de velocidad.
    - Limpieza y reapriete de variador Typak de motor principal.
    - Limpieza de filtro de motor principal.
    - Reapriete de conexiones eléctricas de motor principal.
    - Revisión de correcta calibración de guarda motores con respecto a placa de motores.
    - Reapriete de tornillería de todos los pupitres y consolas.
    - Revisión de conexiones de válvulas neumáticas de soldadura.
    - Revisión de temperatura y sonidos extraños de motores de enderezado.
    - Revisión de temperatura y sonidos extraños en motor de ventilador de motor principal.
    - Revisión de micros de activación de alambre reventado o enredado.

- Costanera (mecánico): es importante la revisión de:
  - Desenrolladores.
  - Fugas de cajas reductoras principales y tracción principal.
  - Sistema de enderezado y tracción.
  - Temperatura de reductores de velocidad.
  - Niveles de aceite y fugas en reductores de velocidad.
  - Estado general de cabezales enderezadores.
  - Formadores de estribos, estado general.
  - Guías inferiores de parte de soldadora de máquina.
  - Guías superiores de parte de soldadora de máquina.
  - Trampa de agua y nivelación de lubricador de unidad de mantenimiento de sistema neumático.
  - Cilindros neumáticos de movimiento de vigueta: cilindros especiales.
  - Válvulas de cilindros especiales.
  - Transmisión principal de máquina y reductora de movimiento circular con leva.
  - Guía de desplazamiento de vigueta soldada.
  - Mecanismo para soldar costanera.
  - Mangueras hidráulicas, reapriete de conexiones hidráulicas.
  - Válvulas hidráulicas, fugas y funcionamiento.
  - Temperatura de trabajo de unidad hidráulica.
  - Cilindros neumáticos de agarre de vigueta.
  - Válvulas neumáticas de agarre de vigueta y traslado.
  - Cilindros hidráulicos de acumulador de viguetas.

### 5.1.2.3. Mantenimiento mensual

- T-100 (eléctrico): es necesario llevar a cabo:
  - Revisión de botonera de desenrollador
  - Revisión de contactor de bomba hidráulica
  - Revisión de conexiones de válvulas hidráulicas
  - Reapriete de tornillería de tablero de desenrollador
  - Limpieza de tarjeta electrónica
  - Reapriete de tornillería de tablero de engomadura
  - Reapriete de tornillería de panel de consola
  - Sopletear con nitrógeno panel general
  - Revisión de micros de posición de cizalla
  
- T-100 (mecánico): debe revisarse lo siguiente:
  - Nivel de aceite unidad hidráulica de desenrollador
  - Bomba hidráulica, fugas
  - Temperatura de trabajo de unidad hidráulica
  - Motor hidráulico y sus mangueras
  - Cilindro hidráulico de sujetador de bobina
  - Rodillos de ingreso de lámina
  - Bomba de intercambiador de calor
  - Bomba hidráulica principal
  - Cadena de motor hidráulico y lubricación de la misma
  - Bloque de válvulas y válvulas hidráulicas, fugas
  - Rodamientos y lubricación de rodillos rodadores
  - Estado de cuchillas

- Costanera (eléctrico): es importante llevar a cabo:
  - Reapriete de tornillería en general.
  - Reapriete de tornillería de panel de soldadura.
  - Reapriete de tornillería de variadores de velocidad.
  - Reapriete de tornillería de contactores de fuerza y mando.
  - Revisión de temperatura de motor principal en operación.
  - Revisión de cables de detectores de bucle de alambón en acumulador.
  - Revisión de conexiones de transformadores de soldadura.
  - Revisión de conexiones en tableros de registro en la máquina.
  - Revisión de luces indicadoras.
  - Revisión de temperatura de motor de bomba hidráulica.
  - Revisión de conexiones de motor de bomba hidráulica.
  - Revisión de conexiones de válvulas hidráulicas.
  - Revisión y reapriete de acometida principal eléctrica.
  - Revisión de carbones de motor principal.
  
- Costanera (mecánico): es necesario llevar a cabo:
  - Revisión de frenos de desenrolladores y graduación de los mismos.
  - Revisión de rodos de guías de salida de alambón de desenrolladores.
  - Revisión de temperatura de cajas reductoras principales de formadores de estribos y tracción principal.
  - Lubricación de sistema de enderezado y tracción.
  - Revisión de fajas.
  - Revisión de estructura de acumulador.

- Revisión de guías anteriores a formadores de estribo.
- Revisión de rodamientos de formadores de estribos, lubricación.
- Revisión de estado general de acordeones de cobre de soldadora.
- Revisión de cilindros neumáticos de soldadora (preparadores de soldadora).
- Revisión de válvulas neumáticas de soldadora.
- Revisión de válvulas y cilindros de electrodos de soldadura.
- Revisión de mangueras y conectores de sistema neumático de soldadora.
- Lubricación de piezas en movimiento.
- Revisión de filo de cuchillas de corte de vigueta soldada.
- Revisión de cilindros hidráulicos de corte de vigueta.
- Revisión de nivel de aceite de unidad hidráulica.
- Revisión de mecanismo de traslado de vigueta cortada y soldada.
- Lubricación de mecanismo de traslado de vigueta cortada y soldada.

#### **5.1.2.4. Mantenimiento anual**

- Cambio de empaques de la bomba de alimentación si es necesario.
- Mantenimiento de motores en un taller especializado. Desarme total con limpieza y prueba de aislamientos y bobinas.
- De acuerdo a un análisis del agua y las condiciones superficiales internas de torre de enfriamiento y *chiller*, se determina si es necesario realizar una limpieza química.



### **5.1.3. Estimación económica del programa de conservación actual, para rutinas a realizar dentro de la empresa**

A continuación se presenta la estimación económica para la realización del mantenimiento.

#### **5.1.3.1. Análisis costo beneficio en función del mantenimiento diario rutinas actuales**

- Costo diario
  - Costo mano de obra:

Costo mano de obra = (horas/máquina) (no. máquinas) (costo/hora hombre)

Donde:

Horas/máquina = 10 min. = 0,166 hrs.

No. máquinas = 2

Costo /hora-hombre = Q. 5,80

Costo mano de obra = (0,166) (2) (5,80) = Q. 1,93

- Costo lubricantes:

Costo aceite lub. = (costo/litro) (no. máquinas) (litro/máquina)

Donde:

Costo/litro = Q. 19,15

No. máquinas = 2

Litro/máquina = 0,02 lts

Costo aceite lub. =  $(19,15) (2) (0,02) = Q. 0,77$

- Costo de insumos:

Costo de wipe = (costo/libra) (no. maquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/libra = Q. 5,00

No. máquinas = 2

Cantidad/máquina = 2 lb

Costo de wipe =  $(5,00) (2) (2) = Q. 20,00$

Costo total diario = Q. 22,70

- Costo semanal

- Costo mano de obra:

Costo mano de obra = (horas/máquina) (no. máquinas) (costo/hora-hombre)

Donde:

Horas/máquina = 15 min. = 0,25 hrs.

No. máquinas = 10

Costo /hora-hombre = Q. 5,80

Costo mano de obra =  $(0,25) (10) (5,80) = Q. 14,50$

- Costo lubricantes:

Costo aceite lub. = (costo/litro) (no. máquinas) (litro/máquina)

Donde:

Costo/litro = Q. 19,15

No. máquinas = 10

Litro/máquina = 0,05 lts

Costo aceite lub. =  $(19,15) (10) (0,05) = Q. 9,60$

Costo grasa lub. = (costo/onza) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/onza = Q. 1,25

No. máquinas = 10

Cantidad /máquina = 1,0 onza

Costo grasa lub. =  $(1,25) (10) (1,0) = Q. 12,50$

- Costo de insumos:

Costo de wiper = (costo/libra) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/libra = Q. 5,00

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,25 lb

Costo de wiper = (5,00) (10) (0,25) = Q. 12,50

Costo de diesel = (costo/galón) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/galón = Q. 19,50

No. Máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,1 galón

Costo de diesel = (19,50) (10) (0,1) = Q. 19,50

Costo total semanal = Q. 68,60

- Costo mensual
  - Costo mano de obra:

Costo mano de obra = (horas/máquina) (no. máquinas) (costo/hora-hombre)

Donde:

Horas/máquina = 20 min. = 0,33 hrs.

No. máquinas = 10

Costo /hora-hombre = Q. 5,80

Costo mano de obra = (0,33) (10) (5,80) = Q. 19,14

- Costo lubricantes:

Costo aceite lub. = (costo/litro) (no. máquinas) (litro/máquina)

Donde:

Costo/litro = Q. 19,15

No. máquinas = 10

Litro/torno = 0,15 lts

Costo aceite lub. = (19,15) (10) (0,15) = Q. 28,73

Costo grasa lub. = (costo/onza) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/onza = Q. 1,25

No. máquinas = 10

Cantidad /máquina = 2,0 onzas

Costo grasa lub. = (1,25) (10) (2,0) = Q. 25,00

- Costo de insumos:

Costo de wipe = (costo/libra) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/libra = Q. 5,00

No. Máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,5 lb

Costo de wipe = (5,00) (10) (0,5) = Q. 25,00

Costo de diesel = (costo/galón) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/galón = Q.19,50

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,2 galón

Costo de diesel = (19,50) (10) (0,2) = Q. 39,00

Costo total mensual = Q. 139,87

- Costo anual

- Costo mano de obra:

Costo mano de obra = (horas/máquina) (no. máquinas) (costo/hora-hombre)

Donde:

Horas/máquina = 4,0 hrs

No. máquinas = 10

Costo /hora-hombre = Q. 5,80

Costo mano de obra = (4,0) (10) (5,80) = Q. 232,00

- Costo lubricantes:

Costo aceite lub. = (costo/litro) (no. máquinas) (litro/máquina)

Donde:

Costo/litro = Q. 19,15

No. máquinas = 10

Litro/torno = 1,5 galones = 5,67 litros

Costo aceite lub. = (19,15) (10) (5,67) = Q. 1085,00

Costo grasa lub. = (costo/onza) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/onza = Q. 1,25

No. máquinas = 10

Cantidad /máquina = 0,75 lbs = 12 onzas

Costo grasa lub. = (1,25) (10) (12,0) = Q. 150,00

- Costo de insumos:

Costo de wipe = (costo/libra) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/libra = Q. 5,00

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 1,0 lb

Costo de wipe = (5,00) (10) (1.0) = Q. 50,00

Costo de diesel = (costo/galón) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/galón = Q.19,50



No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,5 galón

Costo de diesel = (19,50) (10) (0,5) = Q. 97,50

- Otros:

Costo de fajas = (costo/faja) (no. máquinas) (cantidad de fajas/máquina)

Donde:

Costo/faja Q. 27,00

No. máquinas = 10

Cantidad de fajas/máquina = 3,0

Costo de fajas = (27,00) (10) (3) = Q. 810,00

Costo de pintura = (costo/galón) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/galón = Q. 110,00

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,75 gal.

Costo de pintura = (110) (10) (0,75) = Q. 825,00

Costo total anual = Q. 3249,50

- Resumen
  - Costo de rutina diaria anual Q. 21,62 x 360 días = Q. 7 783,20
  - Costo de rutina semanal al año Q. 68,60 x 52 sema. = Q. 3 567,20
  - Costo de rutina mensual al año Q. 139,87 x 12 meses = Q. 1 678,44
  - Costo de rutina anual Q. 3 249,50 x 1 año = Q. 3 249,50

Costo estimado total al año, para rutinas de conservación = Q. 16 278,34

**5.1.3.2. Análisis costo beneficio, en función del mantenimiento, utilizando las rutinas propuestas del nuevo procedimiento**

- Costo diario
  - Costo mano de obra:

Costo mano de obra = (horas/máquina) (no. máquinas) (costo/hora-hombre)

Donde:

Horas/máquina = 5 min. = 0,0833 hrs

No. máquinas = 10

Costo /hora-hombre = Q. 5,80

Costo mano de obra = (0,0833) (10) (5,80) = Q. 4,83

- Costo lubricantes:

Costo aceite lub. = (costo/litro) (no. máquinas) (litro/máquina)

Donde:

Costo/litro = Q. 19,15

No. máquinas = 10

Litro/máquina = 0,02 lts

Costo aceite lub. = (19,15) (10) (0,03) = Q. 5,74

- Costo de insumos:

Costo de wipe = (costo/libra) (no. maquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/libra = Q. 5,00

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,125 lb

Costo de wipe = (5,00) (10) (0,125) = Q. 6,25

Costo total diario = Q. 16,82

- Costo mensual

- Costo mano de obra:

Costo mano de obra = (horas/máquina) (no. máquinas) (costo/hora-hombre)

Donde:

Horas/máquina = 15 min. = 0,25 hrs

No. máquinas = 10

Costo /hora-hombre = Q. 5,80

Costo mano de obra = (0,25) (10) (5,80) = Q. 14,50

- Costo lubricantes:

Costo aceite lub. = (costo/litro) (no. máquinas) (litro/máquina)

Donde:

Costo/litro = Q. 19,15

No. máquinas = 10

Litro/torno = 0,15 lts

Costo aceite lub. = (19,15) (10) (0,15) = Q. 28,73

Costo grasa lub. = (costo/onza) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/onza = Q. 1,25

No. máquinas = 10

Cantidad /máquina = 2,0 onzas

Costo grasa lub. = (1,25) (10) (2,0) = Q. 25,00

- Costo de insumos:

Costo de wipe = (costo/libra) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/libra = Q. 5,00

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,5 lb

Costo de wipe = (5,00) (10) (0,5) = Q. 25,00

Costo de diesel = (costo/galón) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/galón = Q.19,50

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,2 galón

Costo de diesel = (19,50) (10) (0,2) = Q. 39,00

Costo total mensual = Q. 132,23

- Costo anual

- Costo mano de obra:

Costo mano de obra = (horas/máquina) (no. máquinas) (costo/hora-hombre)

Donde:

Horas/máquina = 3,0 hrs.

No. máquinas = 10

Costo /hora-hombre = Q. 5,80

Costo mano de obra = (3,0) (10) (5,80) = Q. 174,00

- Costo lubricantes:

Costo aceite lub. = (costo/litro) (no. máquinas) (litro/máquina)

Donde:

Costo/litro = Q. 19,15

No. máquinas = 10

Litro/torno = 1,5 galones = 5,67 litros

Costo aceite lub. = (19,15) (10) (5,67) = Q. 1 085,00

Costo grasa lub. = (costo/onza) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/onza = Q. 1,25

No. máquinas = 10

Cantidad /máquina = 0,75 lbs. = 12 onzas

Costo grasa lub. = (1,25) (10) (12,0) = Q. 150,00

- Costo de insumos:

Costo de wipe = (costo/libra) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/libra = Q. 5,00

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 1,0 lb

Costo de wipe = (5,00) (10) (1,0) = Q. 50,00

Costo de diesel = (costo/galón) (no. máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/galón = Q.19,50

No. máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,5 galón

Costo de diesel =  $(19,50) (10) (0,5) = Q. 97,50$

- Otros:

Costo de fajas = (costo/faja) (no máquinas) (cantidad de fajas/máquina)

Donde:

Costo/faja Q. 27,00

No máquinas = 10

Cantidad de fajas/máquina = 3,0

Costo de fajas =  $(27,00) (10) (3) = Q. 810,00$

Costo de pintura = (costo/galón) (no máquinas) (cantidad/máquina)

Donde:

Costo/galón = Q. 110,00

No máquinas = 10

Cantidad/máquina = 0,75 gal

Costo de pintura =  $(110) (10) (0,75) = Q. 825,00$

Costo total anual = Q. 3 191,5



- Resumen
  - Costo de rutina diaria anual Q. 16,82 x 360 días = Q. 6 055,70
  - Costo de rutina mensual al año Q. 132,23 x 12 meses = Q. 1 586,77
  - Costo de rutina anual Q. 3 249,50 x 1 año = Q. 3 191,50
  - Costo estimado total al año, para rutinas de conservación = Q. 10 833,97
  
- Ahorro
  - Procedimiento actual Q. 16 278,34
  - Procedimiento propuesto Q. 10 833,97

Ahorro Q. 5 444,37 equivalente a 33,44 %

## **5.2. Mantenimiento correctivo**

Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

### **5.2.1. Mantenimiento correctivo planificado**

El mantenimiento correctivo planificado prevé lo que se hará, antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la reparación, ya se dispone de los repuestos, de los documentos necesarios y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas.

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

Este tipo de mantenimiento difiere del no planificado en que se evita ese grado de apremio del anterior, porque los trabajos han sido programados con antelación.

Para llevarlo a cabo se programa la detención del equipo, pero previo a ello, se realiza un listado de tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para realizar toda reparación, recambio o ajuste que no sería factible hacer con el equipo en funcionamiento.

Suele hacerse en los momentos de menor actividad, horas en contra turno, períodos de baja demanda, durante la noche, en los fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

### **5.2.2. Mantenimiento correctivo no planificado**

Es el mantenimiento correctivo de emergencia que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales y/o humanos.

Si se presenta una avería imprevista, se procederá a repararla en el menor tiempo posible para que el sistema, equipo o instalación siga funcionando normalmente sin generar perjuicios; o, se reparará aquello que por una condición imperativa requiera su arreglo (en caso que involucre la seguridad, o por peligro de contaminación, o por la aplicación de normas, etc.)

El mantenimiento correctivo resulta aplicable en:

- Sistemas complejos, normalmente en componentes electrónicos o en aquellos donde no es posible prever fallas, y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.
- Equipos en funcionamiento que tiene cierta antigüedad. En estos casos puede suceder que la falla se presente en forma imprevista, y por lo general en el momento menos oportuno, debido justamente a que el equipo es exigido por necesidad y se le requiere funcionando a pleno.

Un inconveniente en este tipo de mantenimiento es que debe preverse un capital inmovilizado y disponible para las piezas y elementos de repuesto, visto que la adquisición de los mismos puede no ser resuelta con rapidez, y requiere de una gestión de compra y entrega que no coincide con los tiempos reales para poner en marcha nuevamente los equipos en el más corto tiempo posible, con el agravante que puedan ser piezas descontinuadas, importadas o que ya no se fabriquen más.

Para efectuar el mantenimiento correctivo se designa al personal calificado para resolver el problema de inmediato y con la mayor solvencia profesional. Por lo general, el personal para este tipo de mantenimiento se agrupa en cuadrillas.



## CONCLUSIONES

1. Se elaboró un programa de control de fallos en las máquinas aplicando el mantenimiento preventivo, reduciendo al máximo las interrupciones en la producción por este concepto, sin afectar la seguridad de los trabajadores.
2. En la propuesta del análisis de proceso de producción y reducción de los riesgos laborales enfocados en el diseño y elaboración del control de fallos, se definen todos los conceptos teóricos de seguridad e higiene industrial, con el fin de que el personal maneje el concepto y significado de las señalizaciones y el equipo de protección.
3. Para realizar el movimiento de producto terminado, se elaboró una lista de operaciones prioritarias que debe de realizar el operador, es importante optimizar el espacio de almacenamiento del producto no terminado y materiales que puedan acumularse.
4. Como parte de la mejora continua se diseñó el mantenimiento preventivo dentro de la planta, reduciendo así el tiempo de ocio del operador debido a los fallos eléctricos y mecánicos de la maquinaria.
5. Se planteó la implementación de las políticas de Producción más Limpia con el propósito de reubicar o dar un mejor uso a los materiales que se encuentran en *stock*.

6. Al implementar un sistema de control e inspección de higiene en el puesto de trabajo, los operadores de cada máquina serán los encargados de conservar el orden y desechar el material innecesario de la manera más adecuada.
7. Para reducir los riesgos dentro de la planta cada operador deberá contar con el equipo de protección respectivo.
8. Actualmente, en la empresa se utiliza el mantenimiento correctivo planificado, previendo las acciones a tomar antes de que se produzca el fallo y el mantenimiento correctivo de emergencia, mismo que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para reducir el atraso en la producción, sin embargo, la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, por lo que se realizó un programa de mantenimiento para las máquinas T-100 (troquelado) y en la costanera para garantizar que la calidad de servicio que estas proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos.

## RECOMENDACIONES

1. Para llevar a cabo la realización del mantenimiento preventivo debe programarse la detención de la maquinaria, previo a ello es necesario listar las tareas a realizar sobre el mismo y programar su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para realizar toda reparación, cambio o ajuste que no sería factible hacer con el equipo en funcionamiento.
2. El Departamento de Recursos Humanos deberá elaborar un programa de capacitación, para dar a conocer la importancia del equipo de protección y los riesgos que se presentan dentro de la planta, esto con el fin de implementar las medidas de seguridad pertinentes.
3. Una de las opciones para minimizar el residuo (la selección de materia prima y la ubicación del producto terminado), es reubicar y señalar nuevas áreas para el almacenamiento del producto.
4. Es necesario obtener herramientas como políticas de compromiso en las cuales la gerencia confirme su intención de asignar personal al equipo de P+L, liberar algunas horas del trabajo rutinario diario durante la primera etapa, y proveer toda la información necesaria.
5. Realizar un listado de revisión, de todo el material que se encuentra dañado y sacarlo por completo de la bodega, para poder almacenar nuevo material.

6. La higiene personal y del área de trabajo, debe ser parte del proceso de mejora continua prestando especial atención en el aseo y mantenimiento de la maquinaria.
7. Realizar una evaluación de riesgos con el propósito de graficar el riesgo a cada operador, y hacer una presentación al Departamento de RRHH y a los dueños de la empresa, con el fin de implementar el programa de seguridad e higiene.
8. Implementar el programa propuesto de mantenimiento preventivo, dentro de la empresa, llevando un control sobre una bitácora del mantenimiento que se realiza en cada máquina y el personal encargado de su ejecución.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO COYOY, Brenda Carolina. *Diagnóstico y estructuración de un programa de seguridad e higiene industrial para una empresa de plásticos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 66 p.
2. ALFARO LEMUS, Edgar Mariano. *Tejas de micro concreto: control de calidad e investigación experimental en Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1995. 88 p.
3. BAUTISTA VELÁSQUEZ, José Estuardo. *Diseño de un programa de readecuación y mejora del ambiente general de trabajo para la seguridad e higiene ocupacional dentro del área de producción y plan de mantenimiento preventivo en la empresa de Industria de Metales y Procesos S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 99 p.
4. BLAKE, Roland. *Seguridad industrial*. México: Diana, 1994. 477 p.
5. CASTRO CASTRO, Byron Haroldo. *Mejora al proceso de troquelado de cajas de cartón mediante la instalación de un troquel plano*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 89 p.

6. Curso STOP para supervisores; seguridad en el trabajo por la observación preventiva; revisado 1992,1995 y 1997. Wilmington, Delaware: DU PONT, 1986.
7. GARCÍA OVANDO, Juan Carlos. *Diseño de un programa de seguridad e higiene industrial en una planta de laminación de acero y estrategias de implantación*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 56 p.
8. GÓMEZ CRUZ, Gladys Virginia. *Propuesta para el mejoramiento del área de troquelado, de una empresa de calzado*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 96 p.
9. GUILLERMO JUÁREZ, Álvaro César. *Lámina ondulada de geotextil impregnadas con cemento*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1985. 46 p.
10. VILLATORO HERRERA, Wily Wesler. *Láminas canaletas de geotextil impregnadas con cemento*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1985. 65 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Formulario de evaluación de riesgo

<b>EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>						<b>Hoja 1 de 2</b>							
Localización:						Evaluación							
Puesto de trabajo:						Inicial		Periódica					
No. de visitantes			Adjuntar relación nominal			Fecha de evaluación							
						Fecha última evaluación							
Peligro identificado			Probabilidad			Consecuencia			Estimación de riesgo				
			B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1													
2													
3													
N													

Peligro Nº	Medidas de control	Procedimiento de trabajo	información	Formación	¿Riesgo controlado?	
					Sí	No

Si el riesgo no está controlado completar la siguiente tabla:

EVALUACIÓN DE RIESGO				Hoja 2 de 2
PLAN DE ACCIÓN				
Peligro nº requerida	Acción	Responsable	Fecha finalización	Comprobación eficacia de la acción (firma y fecha)

### Análisis de riesgo

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO	SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS
<b>Alta:</b> siempre o casi siempre	<b>Alta:</b> extremadamente dañino (amputaciones, intoxicaciones, lesiones muy graves, enfermedades crónicas graves, etc.)
<b>Media:</b> algunas veces	<b>Media:</b> dañino (quemaduras, fracturas leves, sordera, dermatitis, etc.)
<b>Baja:</b> raras veces	<b>Baja:</b> ligeramente dañino (cortes, molestias, irritaciones de ojo por polvo, dolor de cabeza, discomfort, etc.).

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Indica las acciones a adoptar para controlar el riesgo así como la temporalización de las mismas**

<b>Riesgo</b>	Acción y temporalización
<b>Trivial</b>	No se requiere acción específica
<b>Tolerable</b>	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control
<b>Moderado</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daños como base para determinar la necesidad de mejorar de las medidas de control
<b>Importante</b>	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo interior al de los riesgos moderados.
<b>Intolerable</b>	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS

### Anexo 1. Diferencias entre evaluación de los lugares de trabajo y la evaluación de riesgos

<b>EVALUACION DEL LUGAR DE TRABAJO</b>	<b>EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>
La evaluación del lugar de trabajo es un concepto amplio cuyo objetivo es identificar posibles peligros y mejorar la situación de trabajo	El riesgo requiere una definición precisa. Existen diversas definiciones
En muchos casos es un proceso cualitativo, aunque puede ser también cuantitativo, es caso de que sea necesario	Su objetivo es la cuantificación; se calculan los riesgos con el fin de indicar la aceptabilidad de determinados riesgos
Abarca numerosos aspectos, algunos de naturaleza cualitativa o subjetiva. Se ocupa de los riesgos para la salud y la seguridad, así como del bienestar en el trabajo.	En muchos casos se centra en los principales peligros y riesgos relacionados con la seguridad técnica. En determinados contextos tiene un significado más amplio
Una evaluación básica del lugar de trabajo requiere unos conocimientos o experiencias esenciales; para la realización de evaluaciones exhaustivas puede ser necesario recurrir a especialistas	En general, las evaluaciones de riesgos deben ser realizadas por especialistas
Se ocupa asimismo, de los resultados positivos del trabajo (satisfacción en el puesto, salud, etc. – desde el punto de vista del trabajador-, o mejora del rendimiento – desde el punto de vista de la empresa).	Se centra, principalmente en los resultados negativos.

Fuente: <http://books.google.com.gt/books?id=RmCXvUEqNh0C&pg=PA3&dq=evaluacion+de+riesgo&ei=jXLWSrTx5XGywSfga23Dg#v=onepage&q=&f=false>.

**Anexo 2. Enfoque de once pasos para la planificación de evaluaciones del lugar de trabajo**

Paso 1.º	Designar un jefe o coordinador de la evaluación de riesgos que informe, en este caso, a la alta dirección.
Paso 2.º	Forma un equipo de evaluación de riesgos. Esto implica que la organización se plantee, naturalmente: ¿Con quién contamos ya y quién falta en el equipo?
Paso 3.º	Asegurarse de que todos los miembros el equipo estén informados y hayan recibido la formación adecuada.
Paso 4.º	Realizar un análisis de la organización con el fin de confeccionar una lista de actividades y de empleados o puestos. Ampliar esta lista para incluir a todos los trabajadores en quienes puedan repercutir las actividades de la empresa. Tener en cuenta los límites físicos de la organización. Designar especialistas para cada una de las áreas clave de su actividad (puede ser útil asignar un número a cada área para facilitar la recopilación de información)
Paso 5.º	Revisar todas las evaluaciones anteriores, definir el ámbito de las futuras y coordinar la actividad para la planificación de evaluación
Paso 6.º	Llegar a un acuerdo sobre la metodología de las evaluaciones y planificar conforme a calendarios acordados
Paso 7.º	Recopilar y cotejar toda la información y documentación existente que sea pertinente
Paso 8.º	Estimar y evaluar los riesgos y llegar a un acuerdo sobre un plan de acción
Paso 9.º	Llevar un registro de las evaluaciones y cotejar la información (preparar asimismo la documentación necesaria). Ejecutar el plan de acción y actuar de inmediato en las áreas prioritarias.
Paso 10.º	Definir y aplicar un sistema de seguimiento (auditoría y revisión) y llegar a un acuerdo sobre los criterios para nuevas evaluaciones.
Paso 11.º	Transmitir la información a todos los empleados y a quienes puedan verse afectados por las operaciones de la empresa.

Fuente: <http://books.google.com.gt/books?id=RmCXvUEqNh0C&pg=PA3&dq=evaluacion+de+riesgo&ei=jXLWSrTx5XGywSfga23Dg#v=onepage&q=&f=false>