

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**“DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACIÓN DE LAS NORMAS
DE ERGONOMÍA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION
DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PREPARADO PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR

**RENE MAURICIO GUEVARA MORAN
ZAYDA MERCEDES JIMENEZ MOLINA
JOSE MARLON ASCENCIO RUIZ**

MARZO DE 2004, SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

RECTOR
ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

DECANO FACULTAD DE INGENIERIA
ING. CARLOS BRAN

DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ING. RIGOBERTO SILVA

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. CARLOS NAVARRO

JURADO EXAMINADOR

ING. PEDRO ARIAS

ING. DOUGLAS GARCIA

ING. LUIS PEÑA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

JURADO EXAMINADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACIÓN DE LAS NORMAS DE
ERGONOMÍA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.”**

**ING. PEDRO ARIAS
JURADO**

**ING. DOUGLAS GARCIA
JURADO**

**ING. LUIS PEÑA
JURADO**

**ING. CARLOS NAVARRO
ASESOR**

AGRADECIMIENTOS

Concluído nuestro trabajo de graduación no queremos dar por desapercibidos nuestros sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido para que el documento se haya realizado de la mejor manera, principalmente queremos agradecer a los ingenieros que formaron parte del jurado evaluador, nuestro asesor y el ingeniero Silva que tan amablemente contribuyo con su tiempo y experiencia al adecuado cumplimiento del reglamento de la universidad y la calidad del documento final.

Ing. Carlos Navarro, por su tiempo y dedicación, quien con su pensamiento critico y su experiencia en el área del mantenimiento industrial contribuyo al esclarecimiento de ideas. Gracias, por su colaboración mas allá del deber.

Ing. Pedro Arias, quien más que un jurado, fue una elemento constante de critica constructiva que nos ayudo fortalecer teórica y técnicamente el tema desarrollado, sus palabras siempre nos hicieron seguir adelante con mucha más fuerza y dedicación.

Ing. Douglas García, que siempre colaboro a la identificación de los puntos relevantes que debían ser mejorados y tratados con mayor profundidad, generando un desarrollo mas claro de la idea que deseábamos transmitir.

Ing. Luis Peña, como jurado y como representante de la empresa tomada como modelo, contribuyo a que el trabajo de graduación se orientara a generar un valor agregado en la empresa, una vez implementado.

La empresa modelo y el personal que en ella labora, por abrirnos las puertas de sus instalaciones y brindarnos la confianza, colaboración y apoyo para desarrollar el trabajo de campo.

En general, a todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron con el grupo de trabajo para el logro de los objetivos que fueron planteados por el grupo en el inicio del presente trabajo. Gracias!

Mauricio, Zayda, Marlon

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso

Por iluminar el camino, darme fortaleza y sabiduría para seguir adelante hasta lograr alcanzar este grandioso triunfo, por acompañarme en cada paso de mi vida, gracias.

A mis padres

Cecilia Guzeth de Guevara y Miguel Ángel Guevara.

Por ser siempre una guía, una palabra de ánimo, por su amor, comprensión, apoyo, sacrificio y cariño; por estar siempre presentes.

A mi Hermana

Daysi Patricia Guevara

Por su apoyo incondicional y tantas noches en que no te dejamos dormir tranquila por el ruido.

A mis amigos

Por los buenos momentos que hemos compartido, por su comprensión y paciencia.

A mi familia

Por su amor y confianza demostrada.

A mis compañeros de tesis

Zayda y Marlon, por su apoyo, confianza y esfuerzos realizados.

A mi Novia

Eva Arévalo

Por su amor incondicional, por compartir conmigo los triunfos alcanzados y por la vida que estamos creando juntos

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a mi formación académica,
¡Gracias!

Mauricio Guevara

DEDICATORIA

A mi Señor Jesucristo

Por haberme guiado en los momentos de indecisión y haberme mostrado el camino que me permitiría alcanzar mi meta y por dejarme sentir su presencia en cada paso de mi vida

A mi Papá y mi Mamá

Nicolás Jiménez y Conchita de Jiménez.

Por todo su apoyo incondicional y por todo el esfuerzo que hicieron para que pudiera lograr esta meta.

A mis Hermanas

Karla, Marielos, Lili y Sofi

Por estar siempre en los momentos en los que mas ayuda he necesitado.

A mi Familia

Por todas aquellas palabras de animo, en especial a mi Abuelita Marta quien siempre me ha apoyado y aconsejado en todas mis decisiones.

A mis compañeras de tesis

Marlon y Mauricio

Por su paciencia, dedicación y por que a pesar de que pasamos momentos difíciles no nos dejamos vencer.

A mis amigos

Por todos los momentos y experiencias compartidas, por haberme enseñado que la ayuda muchas veces viene de quien menos nos lo esperamos.

A todos ellos Gracias!!!

Zayda Jiménez

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso

Por darme fortaleza y sabiduría para seguir adelante hasta lograr este grandioso triunfo, por acompañarme y sacarme adelante en cada uno de los momentos difíciles en el camino, el cual no hubiera sido posible sin su ayuda. Este triunfo le pertenece.

A mis padres

Ismael Antonio Ascencio y Martha Gloria Ruiz

Por haberme brindado todo su amor y dedicación incondicional en todo momento. Gracias por su cariño, apoyo, comprensión y sacrificio; por guiarme siempre por el buen camino, y apoyarme en mis decisiones. Les estaré agradecido infinitamente.

A mis Hermanos

Celia Milena, Javier Ismael, Cristian Antonio, Gloria Verónica y Juan Carlos.

Por su apoyo incondicional, protección, confianza y consejos que me han dado en el transcurso de mi vida.

A mis amigos

Por haber pasado buenos momentos, gracias por su apoyo y amistad ya que han colaborado en mi formación directa e indirectamente.

A Toda mi familia

Por la confianza demostrada, amor y ese apoyo incondicional en todo momento.

A mis compañeros de tesis

Zayda y Mauricio, por su paciencia, dedicación, apoyo, confianza y su amistad.

Al personal de la empresa modelo

Gracias por contribuir a mi desarrollo profesional y personal.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a mi formación académica, ¡Mil Gracias!

Marlon Ascencio

INDICE GENERAL

	<u>No. Pag.</u>
Introducción	i
Objetivos	ii
Alcances y Limitaciones	iii
Importancia y Justificación	iv
Proyección Social	v
Metodología	vi

CAPITULO I.

1.1 MARCO HISTORICO	2
1.1.1 Antecedentes de la Ergonomía y Factores Humanos	3
1.1.2 Antecedentes del Mantenimiento Industrial	4
1.2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL	7
1.2.1 Ergonomía y Factores Humanos	7
1.2.2 Mantenimiento	14
1.2.3 Estudio de Riesgos y Operabilidad (HAZOP)	25
1.2.4 Curva Tina de Baño	26
1.2.5 Normas Aplicables	30
1.2.6 Análisis FODA	33
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35

CAPITULO II.

2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	37
2.1.1 Situación Actual	37
2.1.2 FODA	41
2.2 PROCESO DE FABRICACIÓN	43
2.2.1 Diagrama de Operaciones	48
2.3 MANTENIMIENTO EN COLDNESS S. A DE C. V.	49
2.3.1 Maquinaria y Equipo en Estudio	51

2.3.2	Rutina de Mantenimiento Preventivo	54
2.4	ANALISIS DE RIESGOS	57
2.4.1	Identificación General de Riesgos	57
2.4.2	Evaluación de Riesgos	59

CAPITULO III.

3.1	FLUJOGRAMA DEL MODELO PARA LA IMPLEMENTACION DE NORMAS DE ERGONOMÍA Y FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	66
3.2	PLANTEAMIENTO DEL ANÁLISIS	69
	3.2.1 Definición	de
	Objetivos	69
	3.2.2 Conformar	de
	Trabajo	70
	3.2.3 Planificación	de
	Actividades	72
	3.2.4 Definición	de
	y	
	Selección	del
	Sistema	73
3.3	DETERMINACIÓN DE LOS ITEMS CRITICOS	74
	3.3.1 Determinación de Criterios para Establecer Criticidad de Fallo	75
	3.3.2 Evaluación	de
	Criticidad	76
	3.3.3 Clasificación	de
	Críticos	80
	3.3.4 Tratamiento de items	No
	Críticos	80
3.4	ANALISIS DE RIESGOS	81
	3.4.1 Identificación	de
	Riesgos	81
	3.4.2 Evaluación	de
	Riesgos	87
	3.4.3 Valoración	de
	Riesgos	95
3.5	ANALISIS DE MOLESTIAS MUSCULO ESQUELTICO	103
3.6	NORMAS ERGONOMICAS	104
	3.6.1 Listado Básico de Normas de Ergonomía Aplicables	105
	3.6.2 Resumen Traducido de las Secciones de Norma OSHA 1910 Aplicables	113
3.7	DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	126
	3.7.1 Procedimiento	de
	Trabajo	128

3.7.2 Tareas	de	
Mantenimiento		128
3.7.3 Frecuencia	de	Actividades
Mantenimiento		129
3.7.4 Orden		de
Trabajo		130
3.7.5 Control		de
Herramientas		133
3.7.6 Capacitaciones		
.....		135
3.8 IMPLEMENTACIÓN		
		136
3.9 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN		139

CAPITULO IV.

4.1 ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION		141
4.1.1 Costo	de	Diagnostico
Inicial		141
4.1.2 Costo		de
Capacitación		142
4.1.3 Costo	de	Equipo
Personal		142
4.1.4 Otros		
Costos		143
4.1.5 Resumen	de	Costos
Estimados		144
4.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO ANUAL		144
4.2.1 Costo		de
Capacitación		144
4.2.2 Costo	de	Sustitución
EPP		145
4.3 COSTOS ASOCIADOS DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES QUE GENERAN INCAPACIDADES A LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA		
		146
4.3.1		Dí
as de Incapacidad		146
4.3.2		P
aros de Maquinas		148

4.3.3	C
Contratación de Personal	148
4.3.4	C
Capacitación para Nuevo Personal	149
4.3.5	T
Costo Total de Costos Asociados	149
4.4 INVERSIÓN CONSIDERADA PARA LA IMPLEMENTACION DEL DISEÑO Y SUS BENEFICIOS	151
4.5 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN CONSIDERADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO CONTRA LOS COSTOS DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES, ACCIDENTES Y OTROS COSTOS ASOCIADOS	152
CONCLUSIONES	155
RECOMENDACIONES	157
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	159
GLOSARIO	161
 ANEXOS	
ANEXO 1 ASPECTOS GENERALES DE LA TEORÍA Y PRÁCTICA DEL MANTENIMIENTO	164
ANEXO 2 A CUESTIONARIO DE MOLESTIAS MÚSCULO-ESQUELETICO	165
ANEXO 2 B GRÁFICO DE MOLESTIAS MÚSCULO-ESQUELETICO	166
ANEXO 2 C DIAGRAMA CAUSA – EFECTO	167
ANEXO 3 CONTENIDO DE LA NORMA OSHA1910	168
ANEXO 4 ÍNDICES DE CLASE MUNDIAL	183
ANEXO 5 LISTA DE CONTROL PARA HERRAMIENTAS MANUALES	186
ANEXO 6 LISTA DE CONTROL PARA CONTROLES AUDITIVOS Y USO DE CALZADO PROFESIONAL	187

INTRODUCCIÓN

La reparación o sustitución de componentes que han sufrido fallas en una máquina puede parecer mas rápido de lo que es en realidad; en un análisis global, se verifica que ésta es una percepción falsa, pues generalmente una avería perturba la homogeneidad de los equipos, cuyos resultados crean otras necesidades de intervención generándose al final una indisponibilidad mayor a la que seria necesaria para un examen programado del equipo. Como respuesta a esta situación surge la gestión del mantenimiento la cual involucra una mejora en la capacidad y desempeño de las personas y de los equipos, con el compromiso de todos los niveles jerárquicos.

De igual forma, una estrategia orientada a la productividad y a la mejora de la calidad juntamente con trabajadores motivados son ingredientes vitales para el éxito de toda industria. Pero estos elementos pueden difuminarse si se muestra escaso interés por las condiciones físicas del trabajo. Como todos saben, las condiciones en que se realiza cualquier actividad repercuten profundamente en la eficiencia y rapidez de las actividades laborales.

Los Factores Humanos y la Ergonomía estudian el puesto de trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Diseñando o adaptando el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia. En otras palabras, para hacer que el trabajo se adapte al trabajador en lugar de obligar al trabajador a adaptarse a él; reportando con esto muchos beneficios evidentes para el empleado y para el empresario.

A partir de este contexto y concientes de la interrelación necesaria entre Los Factores Humanos y la ergonomía con la Gestión del Mantenimientos Industrial, se desarrolla el tema: “**Diseño de un modelo para la aplicación de las normas de ergonomía y de los factores humanos en la gestión del mantenimiento industrial**”. Para lo cual se estructura el proyecto de tesis en cuatro capítulos, precedidos por los objetivos, alcances y delimitación del tema a desarrollar; importancia y justificación.

El Capitulo I contiene el marco histórico y conceptual que muestra el desarrollo de los temas tales como: Ergonomía y Factores Humanos, Mantenimiento, Evaluación de Riesgos (HAZOP), entre otros. Al final del Capitulo se presenta el planteamiento de problema.

El Capitulo II presenta un diagnostico de las condiciones actuales en la empresa en estudio (COLDNESS, S.A. DE C.V.) generado a partir de la elaboración de un Análisis de Riesgo y la posterior valorización de los riesgos identificados, que junto con la elaboración de un cuestionario Músculo-Esquelético, nos permiten identificar las condiciones iniciales de la empresa y los distintos riesgos a los que están expuestos los empleados que laboran dentro de el sistema seleccionado.

El Capitulo III contiene el Diseño del Modelo para la Aplicación de las Normas de Ergonomía y de los Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial y el desarrollo de cada uno de las etapas que comprende el modelo.

El Capitulo IV presenta los costos estimados para la implementación del “Modelo para la Aplicación de las Normas de Ergonomía y los Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial. Posteriormente se presentan las conclusiones y recomendaciones generadas a partir del trabajo realizado.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un modelo para la aplicación de las normas de Ergonomía y de los Factores Humanos en la gestión y desarrollo del mantenimiento industrial de las empresas dedicadas a la fabricación de productos frigoríficos; cuya implementación permita estudiar, evaluar y mejorar las condiciones laborales de los trabajadores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Identificar las debilidades y fortalezas existentes en la gestión actual del mantenimiento industrial de la empresa en estudio, que colabore en la aplicación de las normas de ergonomía y de los factores humanos.
2. Proponer la estrategia de implementación de los factores humanos que afectan la industria de fabricación de productos frigoríficos , específicamente a nivel del mantenimiento industrial.
3. Fortalecer el proceso de gestión del mantenimiento industrial, a través de la aplicación de las normas de ergonomía.
4. Proporcionar información fiable en cuanto a la implementación de la ergonomía y la atención a los factores humanos dentro de ciertos ambientes laborales específicos.
5. Utilizar HAZOP en la determinación y evaluación de las condiciones actuales de la empresa en estudio.
6. Utilizar el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) como base para el diseño del modelo gestión.
7. Presentar los costos estimados para la implementación del Diseño de un modelo para la aplicación de las normas de ergonomía y de los factores humanos en la gestión del mantenimiento industrial.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES.

- Proponer el diseño de un modelo para la aplicación de normas de Ergonomía y Factores Humanos en la gestión del mantenimiento industrial, apoyado en Los Factores Humanos o Ergonomía y sustentado por investigación, diagnóstico y evaluación
- El modelo se convertirá en una metodología de soporte primario que facilite la implementación de las normas de Ergonomía y de los Factores Humanos en la gestión del mantenimiento industrial.

LIMITACIONES.

- Investigación centrada en el área de mantenimiento de la empresa COLDNESS S.A. de C.V. y particularmente, en los elementos críticos del mantenimiento que pueden detener la producción
- Cantidad reducida de empresas que tienen la misma actividad económica y la dificultad de ingreso a las mismas.
- Resistencia de los empresarios para proporcionar información.
- Falta de actualización de los datos proporcionados por las instituciones gubernamentales y del sector salud, en torno a accidentes y enfermedades laborales.
- Limitada cantidad de la información disponible aborda a la ergonomía, los factores humanos y la gestión del mantenimiento como temas relacionados.
- Estudio delimitado a una empresa en la zona del Boulevard del Ejército, San Salvador.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION

IMPORTANCIA

El diseño de un modelo para aplicación de las normas de ergonomía y de los factores humanos en la gestión del mantenimiento industrial se hace necesario desde el momento en que nacen nuevas técnicas como el TPM (Mantenimiento Productivo Total) en el cual se promueve un trabajo, donde están siempre unidos según los mismos objetivos: el Hombre, la Maquina y la Empresa.

La Ergonomía se ha revelado como un elemento importante para disminuir los riesgos de sufrir daños o lesiones, incrementar la productividad y la calidad de vida de las personas, ya que una de las principales virtudes de la Ergonomía es su profundo énfasis multidisciplinario, lo que la convierte en una eficiente herramienta que vincula y sinergiza gran parte de lo que otras disciplinas han obtenido aisladamente. La Ergonomía permite analizar la actividad, entender la forma de actuación real de los usuarios, diferenciando *lo que dicen de lo que hacen*, infiriendo los procesos que subyacen en su actuación, las variaciones en las condiciones de realización de la tarea, el uso de otros medios de trabajo, etc.

En la actualidad existen distintas profesiones (psicólogos, ingenieros, médicos, etc.) que atacan el problema de la optimización de los sistemas hombre(s) – maquina (s) desde diversos ángulos y en forma independiente o conjunta, los cuales dependen ciertamente de la base temática y metodológica de cada especialidad. Cada una de estas especialidades tiene a la vez la virtud y el defecto de ser exactamente eso: una especialidad. Para poder coordinar sus sinceros y muchas veces contradictorios esfuerzos de mejoramiento de los sistemas hombre(s)-maquina(s) se requiere de una disciplina auténticamente generalista, con una metodología de base que permita 'explicar' congruentemente las múltiples variables que se derivan inevitablemente de todos esos distintos enfoques.

Por otro lado, no siempre se ha dado a la función de Mantenimiento la importancia que esta se merece, puesto que a veces se considera como una actividad auxiliar ejecutada esporádicamente y solo cuando es necesaria. Algunos directores consideran que parar una maquina o una línea de producción para efectuar inspecciones es una molestia innecesaria, por consiguiente la importancia del mantenimiento industrial se pone de manifiesto cuando surge una falla, sin embargo, las perdidas ocasionadas por un mantenimiento incorrecto son millonarias. Las técnicas implementadas en la gestión del mantenimiento industrial posibilitan la garantía de producir productos con calidad, a menores costos y en el momento necesario.

JUSTIFICACIÓN.

Muchas empresas hoy en día se interesan principalmente en obtener el máximo de rentabilidad para sus inversiones, pasando desapercibido que un mal mantenimiento y baja confiabilidad de los equipos, influye negativamente en sus ingresos, así como en sus costos de mano de obra, acumulación de inventarios, clientes insatisfechos y productos de mala calidad.

El mantenimiento industrial surge como una función operacional que influye y mejora los tres ejes determinantes del desempeño industrial, los cuales son : costo, tiempo y calidad de productos / servicios. Una adecuada gestión del mantenimiento industrial permite reducir los costos del mantenimiento y mejora la disponibilidad de los equipos.

La aplicación de las normas de ergonomía y factores humanos en dicha Gestión inciden directamente sobre el sistema conformado por los elementos básicos hombre, maquina y espacio físico, permitiendo que estos actúen directamente en el control de las causas básicas e inmediatas que generan accidentes e incidentes, alcanzando así el logro de los objetivos empresariales, sin perjudicar la integridad técnica y humana.

En base a lo anterior, se justifica, el diseño de un modelo para la aplicación de las normas de ergonomía y de los factores humanos en la Gestión del mantenimiento industrial, en la interrelación de los tres conceptos básicos, (ergonomía, factores humanos y mantenimiento), ya que la gestión del mantenimiento actual supone una actitud anticipativa y una gestión preventiva, así como la participación de todas las personas que operan con las máquinas en la gestión del mantenimiento, más allá del propio personal del departamento correspondiente. Todo esto en busca, tanto de funcionamiento óptimo de los equipos como de la reducción de los índices y factores de riesgo que generan los accidentes / incidentes en las prácticas del mantenimiento industrial.

PROYECCIÓN SOCIAL

Ante la existencia de un accidente, incidentes o condiciones laborales inseguras en actividades de mantenimiento, puede surgir un gasto monetario considerable, tanto en primeros auxilios, prestaciones médicas, incapacidades permanentes o temporales y pensiones. Tales accidentes e incidentes, pudieron haberse reducido en magnitud o prevenidos en el mejor de los casos, con la oportuna aplicación de los principios de la ergonomía y el conocimiento de los factores humanos en los diversos lugares de trabajo.

En base a lo anterior, la contribución social que se pretende dar con el desarrollo de un modelo para el mantenimiento industrial que considere los factores humanos y los principios ergonómicos, es la reducción de los costos que implican tales incidentes y accidentes, tanto para las empresas como para los hogares de los empleados. De igual manera, contribuir a su salud física y mental, sus condiciones económicas, así como a la moral general de los trabajadores al interior de las compañías, y su capacidad para realizar las actividades laborales para el provecho tanto de la empresa, los empleados y sus familias.

El valor agregado que se generará es el mejoramiento de las condiciones de trabajo en las actividades de mantenimiento, promoviendo la mejora continua en ergonomía y salud ocupacional, disminuyendo las enfermedades profesionales y accidentes.

METODOLOGIA



Esquema de la Metodología

En el desarrollo del Proyecto de Tesis, se desarrollaron diversas actividades de investigación y análisis tanto al interior de COLDNESS, como fuera de ella. Entre las actividades realizadas dentro de la compañía se pueden mencionar: observación del proceso productivo y las actividades de mantenimiento, ambiente en que éstos se desarrollan, condiciones laborales en general; además, recolección de información de la maquinaria que se utiliza; para que de este modo, al tener un mayor conocimiento de la compañía y sus procedimientos, se puedan identificar los puntos y condiciones de riesgo.

El MCC (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) es la base bajo la cual se desarrolló el proyecto de tesis, debido a sus características. Adicionalmente, este modelo, permite su integración con la técnica llamada "Evaluación Preliminar de Riesgo" (PHA por sus siglas en Inglés), otro elemento importante en la generación del modelo mixto de gestión que se presentará.

El campo de acción de la ergonomía que se consideró en el desarrollo del Proyecto de Tesis, es la ergonomía preventiva y la ergonomía ambiental.

DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

A. INVESTIGACION:

- Bibliografía
- Internet
- Investigación preliminar de la empresa
- Estadísticas de la Empresa

B. DOCUMENTACIÓN

- Tina de Baño
- Hazop
- Mantenimiento y Modelos de Gestión
- Ergonomía
- Normas Aplicables (OSHA, ISO)

C. TRABAJO DE CAMPO

DIAGNOSTICO

- Entrevistas a empleados
 - Observación de proceso productivo
 - Observación de actividades de mantenimiento
 - Observación de ambiente y condiciones de trabajo
 - Condiciones de Seguridad e Higiene Industrial
 - Evaluación de Riesgos
-

ANÁLISIS DE CONDICIONES ACTUALES

- Análisis FODA
- Análisis de Riesgos
- Análisis de Tareas
- Análisis de Causas y Efecto
- Tina de Baño
- Ergonomía Preventiva

D. DISEÑO DEL MODELO

- Normas de Ergonomía
 - MCC
 - Integración de las herramientas para la elaboración del modelo
-

CAPITULO I

El primer capítulo del presente trabajo, contempla en su contenido el marco histórico del desarrollo de la ergonomía y el mantenimiento industrial a lo largo de los años, por otro lado, el marco teórico-conceptual está conformado por los elementos teóricos básicos referentes al mantenimiento industrial, el estudio de riesgos, la curva de la tina de baño, la ergonomía y los factores humanos, así como los aspectos conceptuales referentes a las normativas que servirán como apoyo en etapas posteriores en las que se consideraran ciertas normas específicas de la International Standard Organization (ISO), Occupational Safety and Health Association (OSHA) y la National Fire Protection Association (NFPA) para el desarrollo del diseño de un modelo para la implementación de las normas de ergonomía y los factores humanos en la gestión del mantenimiento industrial.

1.1 MARCO HISTÓRICO

Generalmente, los temas como administración del mantenimiento, ergonomía, factores humanos, producción, psicología entre otros, han estado interrelacionados, dado que sus campos de aplicación cuentan con elementos comunes (hombres, máquinas y entorno), por lo tanto en muchas ocasiones al hacer referencia a un tema, se está, de manera indirecta, aplicando conocimientos y principios de otras ciencias o disciplinas.

Debido a lo anterior, se han desarrollado individualmente los temas Ergonomía – Factores Humanos y Gestión del Mantenimiento, dado que poseen orígenes diferentes, tanto en contenido como en periodo de nacimiento, pero en muchos casos, el campo de acción es común y a la vez, esto facilitará la comprensión de tales temas, su interrelación y aplicación práctica; por el momento, no se sabe con claridad cuando se comenzaron a interrelacionar tan directamente, pero es definitivo el hecho de que la comunión de objetivos puede situarse cerca de los años 60's cuando el movimiento ergonómico y de factores humanos poseía un lugar más definido en el que hacer industrial y el fortalecimiento de las prácticas de mantenimiento, específicamente, el mantenimiento preventivo.

1.1.1 **Antecedentes de la Ergonomía – Factores Humanos.**

El termino Ergonomía apareció por primera vez en un articulo del polaco Wojciech Jastrzebowki titulado “Compendio de Ergonomía o de la Ciencia del Trabajo basada en verdades tomadas de la Naturaleza”, publicado en 1857, pero la disciplina moderna no tomo forma hasta medio siglo después.¹

El estudio de los factores humanos no tenía mucha atención pública hasta la Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945) cuando en accidentes con el equipo militar muchas veces se culpaba al error humano, pero investigaciones posteriores revelaron que algunos fueron causados por controles pobremente diseñados.

La disciplina moderna nació en el Reino Unido en Julio 12 de 1949, como una reunión interdisciplinaria de aquellos interesados en los problemas del trabajo humano en la Naval Británica; en otra reunión sostenida el 16 de febrero de 1950, el termino Ergonomía fue formalmente adoptado para esta creciente disciplina.

En la actualidad, los profesionales de la ergonomía en Estados Unidos pertenecen a la Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía, una organización con mas de 5,000 miembros que esta activa en el desarrollo nacional e internacional de técnicas estándar para ayudar a mejorar el diseño de productos y puesto de trabajo, los ergónomos a la vez trabajan con la Occupational Safety and Health Association (OSHA por sus siglas en ingles), en el desarrollo de lineamientos, estándares y regulaciones para asegurar el confort y seguridad de los trabajadores americanos.

En nuestro país, podemos situar a los inicios de la preocupación por la ergonomía y los factores humanos en la década pasada, cuando las empresas comenzaron a considerar los beneficios aparentes que su implementación había originado en los

¹ Traducido de CD - Enciclopedia ENCARTA 2000

países más avanzados, pero no ha sido hasta hace unos pocos años que la ergonomía ha comenzado a formar parte de los pensums de algunas universidades locales.

1.1.2 Antecedentes del Mantenimiento Industrial.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A finales del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación. Con la llegada de la primera guerra mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fabricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en maquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como "Mantenimiento Correctivo".

Esta situación se mantuvo hasta la década de los 30's, cuando, en función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración paso a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento paso a desarrollar el proceso de Prevención de averías que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación.

Alrededor del año 1950, con el desarrollo de la industria para satisfacer los esfuerzos de la posguerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los gerentes de mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación, y seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamo Ingeniería de Mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías.

A partir de 1966, con la difusión de las computadoras, el fortalecimiento de las Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, creadas al final del periodo anterior y a la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento paso a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, con el objeto de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento predictivo o preventivo, fueron asociados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados, reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutantes del mantenimiento. Estas actividades ocasionaron el desmembramiento de la ingeniería de Mantenimiento, que paso a tener dos equipos: el de estudio de la fallas crónicas y el de PCM (Planificación y Control del Mantenimiento), este último con la finalidad de desarrollar, implementar y analizar los resultados de los Sistemas Automatizados de mantenimiento.

A partir de 1980, con el desarrollo de las computadoras personales a costo reducidos y lenguaje simple, los órganos de mantenimiento pasaron a desarrollar y procesar sus propios programas, eliminando los inconvenientes de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos, para atender las prioridades de procesamiento de la información a través de una computadora central, además de

las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades hacia el analista de sistemas, no siempre familiarizado con el área de mantenimiento. En ciertas empresas, esta actividad se volvió tan importante que el PCM paso a convertirse en un órgano de asesoramiento a la supervisión general de producción, ya que influye también en el área de operación.

A finales del siglo anterior con las exigencias de la calidad de los productos y servicios, hechas por consumidores, el mantenimiento paso a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos, en un grado de importancia equivalente a lo que se venia practicando en operación.

Estas etapas evolutivas del mantenimiento industrial se caracterizaron por la Reducción de Costos, la Garantía de Calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y el Cumplimiento de los tiempos de ejecución por medio de la disponibilidad de equipos.

Los profesionales de mantenimiento pasaron a ser mas exigidos, en la atención adecuada de sus clientes, o sea, los equipos, obras o instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes. La organización corporativa es vista, hoy en día, como una cadena con varios eslabones donde evidentemente, el mantenimiento es uno de los de mayor importancia, en los resultados de la empresa;² de igual manera y aunque con un menor ímpetu y presencia inicial, el mantenimiento industrial fue entendido por las empresas que operaban en El Salvador, muchas de ellas transnacionales, las cuales sirvieron como una ventana a las tendencias mundiales y que poco a poco se fueron implementando en otras compañías de carácter plenamente nacional.

² Lourival Augusto Tavares, Administración Moderna del Mantenimiento, Capitulo 1 “La evolución Organizada del Mantenimiento”. (2003) Argentina

1.2 MARCO TEORICO-CONCEPTUAL

1.2.1 Ergonomía y Factores Humanos.

“La ergonomía (del griego “Ergos” - trabajo – y “nomos” - leyes -) es básicamente una ciencia interdisciplinaria de aplicación práctica, fundamentada en la investigación científica de las relaciones del hombre y su medio de trabajo (factores humanos). Tiene como objetivo la optimización integral de Sistemas Hombres-Máquinas. Al decir optimización integral se hace referencia a la obtención de una estructura sistémica, para cada conjunto interactuante de hombres y máquinas, que satisfaga simultánea y convenientemente a los siguientes tres criterios fundamentales:

*Participación: de los seres humanos en cuanto a creatividad tecnológica, gestión, remuneración, confort y roles psicosociales.

* Producción: en todo lo que hace a la eficacia y eficiencia productivas del Sistema Hombres-Máquinas (en síntesis: productividad y calidad).

* Protección: de los Subsistemas Hombre (seguridad industrial e higiene laboral), de los Subsistemas Máquina (siniestros, fallas, averías, etc.) y del entorno (seguridad colectiva, ecología, etc.)

Este paradigma de las "3 P" se puede interpretar muy gráfica y sencillamente con la imagen de un trípode que sostiene a un Sistema Hombre-Máquina optimizado ergonómicamente; si a ese trípode le faltase una de sus tres soportes, es decir si es diseñado considerando únicamente a dos cualesquiera de las 3 P enunciadas anteriormente, no se cumpliría la optimización ergonómica pretendida en el diseño.”³

³ Ing. Pedro Arias, Clase expositiva asignatura “Factores Humanos y Ergonomía”, ciclo 01/02 Universidad Don Bosco.

La amplitud con que se han fijado estos tres criterios requiere, para su puesta en práctica, de la integración de diversos campos de acción que en el pasado se desarrollaban en forma separada y hasta contrapuesta.

Esos campos de acción eran principalmente:

- Mejoramiento del ambiente físico de trabajo (confort e higiene laboral).
- Diseño de herramientas, maquinarias e instalaciones desde el punto de vista del usuario de las mismas.
- Estructuración de métodos de trabajo y de procedimientos en general (por rendimiento y por seguridad).
- Selección profesional.
- Capacitación y entrenamiento laborales.
- Evaluación de tareas y puestos.
- Psicología industrial (y, con más generalidad, empresarial).

Para poner en práctica la ergonomía es necesario poseer una buena capacidad de relación interdisciplinaria, un agudo espíritu analítico, un alto grado de síntesis creativa, los imprescindibles conocimientos científicos y sobre todo, una firme voluntad de ayudar a los trabajadores para lograr que su labor sea lo menos penosa posible y que produzca una mayor satisfacción tanto a ellos mismos como a la sociedad en su conjunto.

La ergonomía tiene dos grandes ramas: una se refiere a la *ergonomía industrial*, biomecánica ocupacional, que se concentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones. Una segunda disciplina, se refiere a los *Factores Humanos*, que está orientada a los aspectos psicológicos del trabajo como la carga mental y la toma de decisiones.

Aunque existen diferentes clasificaciones de las áreas donde interviene el trabajo de los ergonomistas, en general podemos considerar las siguientes:

➤ Ergonomía Ambiental

La ergonomía ambiental es el área de la ergonomía que se encarga del estudio de las condiciones físicas que rodean al ser humano y que influyen en su desempeño al realizar diversas actividades, tales como el ambiente térmico, nivel de ruido, nivel de iluminación y vibraciones. La aplicación de los conocimientos de la ergonomía ambiental ayuda al diseño y evaluación de puestos y estaciones de trabajo, con el fin de incrementar el desempeño, seguridad y confort de quienes laboran en ellos.

➤ Ergonomía Cognitiva

Los ergonomistas del área, tratan con temas tales como el proceso de recepción de señales e información, la habilidad para procesarla y actuar con base en la información obtenida, conocimientos y experiencia previa.

La interacción entre el humano y las máquinas o los sistemas depende de un intercambio de información en ambas direcciones entre el operador y el sistema ya que el operador controla las acciones del sistema o de la máquina por medio de la información que introduce y las acciones que realiza sobre este, pero también es necesario considerar que el sistema alimenta de cierta información al usuario por medio de señales, para indicar el estado del proceso o las condiciones del sistema. Esta área de la ergonomía tiene gran aplicación en el diseño y evaluación de software, tableros de control, y material didáctico.

Además se debe incluir la capacitación y los cambios que genera en la forma de actuar del operario.

➤ Ergonomía de Diseño y Evaluación

Los ergonomistas del área de diseño y evaluación participan durante el diseño y la evaluación de equipos, sistemas y espacios de trabajo; su aportación utiliza como base conceptos y datos obtenidos en mediciones antropométricas, evaluaciones biomecánicas, características sociológicas y costumbres de la población a la que está dirigida el diseño.

Al diseñar o evaluar un espacio de trabajo, es importante considerar que una persona puede requerir de utilizar más de una estación de trabajo para realizar su actividad, de igual forma, que más de una persona puede utilizar un mismo espacio de trabajo en diferentes períodos de tiempo, por lo que es necesario tener en cuenta las diferencias entre los usuarios en cuanto a su tamaño, distancias de alcance, fuerza y capacidad visual, para que la mayoría de los usuarios puedan efectuar su trabajo en forma segura y eficiente.

El considerar los rangos y capacidades de la mayor parte de los usuarios en el diseño de lugares de trabajo, equipo de seguridad, así como sus herramientas y dispositivos de trabajo, ayuda a reducir el esfuerzo y estrés innecesario en los trabajadores, lo que aumenta la seguridad, eficiencia y productividad del trabajador.

➤ Ergonomía Preventiva

La Ergonomía Preventiva es el área de la ergonomía que trabaja en íntima relación con las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las áreas de trabajo. Dentro de sus principales actividades se encuentra el estudio y análisis de las condiciones de seguridad, salud y confort laboral.

Los especialistas en el área de ergonomía preventiva también colaboran con las otras especialidades de la ergonomía en el análisis de las tareas, como es el caso de la biomecánica y fisiología para la evaluación del esfuerzo y la fatiga muscular, determinación del tiempo de trabajo y descanso, etcétera.

➤ Antropometría

La antropometría es una de las áreas que fundamentan la ergonomía, y trata con las medidas del cuerpo humano que se refieren al tamaño del cuerpo, formas, fuerza y capacidad de trabajo.

En la ergonomía, los datos antropométricos son utilizados para diseñar los espacios de trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal, considerando las diferencias entre las características, capacidades y límites físicos del cuerpo humano.

➤ Ergonomía Biomecánica

La biomecánica es el área de la ergonomía que se dedica al estudio del cuerpo humano desde el punto de vista de la mecánica clásica o Newtoniana, y la biología, pero también se basa en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría y la antropología.

Su objetivo principal es el estudio del cuerpo con el fin de obtener un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad, o diseñar tareas y actividades para que la mayoría de las personas puedan realizarlas sin riesgo de sufrir daños o lesiones.

Los elementos a los que se ve orientado el presente trabajo de graduación corresponden a la ergonomía ambiental y la ergonomía preventiva, a la vez que se

consideraran aspectos relacionados a la ergonomía del diseño y evaluación, con énfasis particular en el área de evaluación.

1.2.1.1 Macroergonomía

Un antecedente válido para distinguir que es Macroergonomía es lo que expuso Maurice de Montmollin en su obra "LES SYSTEMES HOMMES-MACHINES – Introduction à l'ergonomie" de Presses Universitaires de France, 1967. En esa publicación Montmollin establece una clara distinción entre lo que denomina "sistema hombre - máquina" y "sistema hombres - máquinas".

"El sistema hombre - máquina (en singular) es el puesto de trabajo: un hombre y una máquina. El tornero (que se cita siempre) constituye un sistema hombre - máquina, y lo mismo cabe decir del piloto de avión, la montadora de cables, el dentista, etc. Los problemas ergonómicos que atañen al puesto de trabajo sólo conciernen a los dos elementos de dicho par, arbitrariamente aislado; pero se trata de una arbitrariedad necesaria desde el punto de vista metodológico. Como se verá, los modelos que se utilizan para analizar el puesto de trabajo son generalmente del tipo E-O-R; estímulo - organismo - respuesta.

"El sistema hombres - máquinas (en plural) es un sistema en el sentido más amplio: un conjunto de elementos humanos y no humanos sometidos a interacciones. Así, cabe citar la torre de control con los aviones que controla, o el conjunto formado por un navío, o la rotativa de imprimir con los operadores encargados de manejarla y mantenerla, o también el quirófano con el enfermo, el cirujano, sus ayudantes y sus aparatos. Los problemas ergonómicos que atañen a los sistemas complejos comprenden gran número de variables, que no pueden estudiarse aisladamente. Los modelos utilizados para analizar los sistemas hombres - máquinas son, por lo general, del tipo E-R: estímulo - respuesta. El

operador humano se considera como una unidad (una 'caja negra') que no se intenta analizar ni modificar directamente.

1.2.1.2 Factores Humanos.

Los estudios científicos o de ingeniería sobre factores humanos son, generalmente, interdisciplinarios. Reúne a grupos homogéneos de ingenieros mecánicos, ingenieros mecánicos-electricistas, ingenieros industriales, psicólogos, diseñadores industriales, etc., que trabajan separadamente o juntos sobre problemas comunes⁴.

Los factores humanos abarcan una cantidad considerable de aspectos tales como el stress, la inteligencia, la motivación, el comportamiento de las personas, el ruido y la temperatura por mencionar algunos de ellos, los cuales afectan e inciden en el comportamiento y capacidades de las personas para desarrollar determinadas tareas.

El estudio formal de los factores humanos se realiza a través de la ergonomía denominada también como la Ingeniería de los Factores Humanos, y como resultado de tal estudio se ha determinado que los "factores humanos que contribuyen a que se produzcan errores son los siguientes: falta de comunicación interna entre los integrantes de los equipos de trabajo, la falta de capacitación, el stress, la distracción, el mal desarrollo del trabajo en equipo, fatiga por excesiva cantidad de horas de trabajo, y por último, la que inciden en la calidad del trabajo del mantenimiento."⁵ Por eso es indispensable, un entrenamiento apropiado en factores humanos para el personal técnico, para prevenir o reducir la serie de errores o cadena de eventos que posibilitan que un accidente o daño suceda.

⁴ Bennett, Degan, Factores Humanos en la Tecnología Moderna, Editorial Continental, México, 1965.

⁵ Tomado de www.aviones.com/seguridad/informe/notas/nota9.html

Los factores humanos y la ergonomía, entre otros aspectos, colaboran a que se cumpla la vida útil de los equipos, al facilitar que el personal tanto productivo como del área de mantenimiento, desarrolle sus actividades en mejores condiciones tanto ambientales como laborales, lo que de alguna manera permita una mayor calidad del trabajo realizado.

En forma general, podemos decir que el desempeño del operador es mejor cuando se le libera de elementos distractores que compiten por su atención con la tarea principal, ya que cuando se requiere dedicar parte del esfuerzo mental o físico para manejar los distractores ambientales, hay menos energía disponible para el trabajo productivo.

1.2.2 Mantenimiento

Son muchos los factores que inciden en la confiabilidad de las instalaciones y del equipamiento en lo que a su funcionalidad se refiere, tales como robustez, calidad de los materiales, correcto diseño, adecuada selección para cada caso en particular, correcta operación, etc. pero, uno de los factores decisivos para la continuidad en la prestación de los servicios, lo constituye la aplicación de un eficiente mantenimiento.

El verdadero concepto de mantenimiento consiste en una política de trabajo caracterizada por una incesante búsqueda de la metodología mas apropiada que, según cada circunstancia, permita alcanzar un claro objetivo: la tendencia a un equilibrio técnico-económico que logre obtener la máxima confiabilidad al mínimo costo.

Para muchos especialistas, el área de mantenimiento en general reviste cierto grado de complejidad a causa de una serie de incidencias de entorno imputables básicamente a errores de interpretación, de planificación y de programación por cuanto lo que se pretende en la mayoría de los casos, es obtener resultados seguros y confiables en breve tiempo cuando, en realidad estos resultados se

logran luego de obtenida la experiencia práctica de su aplicación al cabo de 12 meses de contralor; período en el cual se realizan los ajustes necesarios para asegurar la tendencia deseada y verificar si el éxito en los resultados es realmente económico. En mantenimiento, el único resultado que reviste características espectaculares, es el fracaso de una programación no controlada oportunamente. Desde el comienzo se presenta una primera dificultad: no existe una acabada y concreta definición del concepto de mantenimiento. Cada especialista elabora su apreciación a modo de aproximaciones sucesivas hacia una metodología de trabajo. Esto deriva en problemas semánticos por cuanto la terminología esta al alcance de todo el mundo.

Surge entonces la necesidad de poner en práctica una ingeniería de mantenimiento que, basada fundamentalmente en la capacitación del personal, permita la elaboración de programas criteriosamente dimensionados, cumplibles, controlables y rentables.

El responsable de mantenimiento no debe nunca dejar de investigar su programa de tareas, corregirlo, adaptarlo y mejorarlo permanentemente, debiendo justificar plenamente cada decisión para mantener controlada la ecuación técnico-económica del mantenimiento y conservar su equilibrio, es decir que la tarea resulte tan eficiente como económica.

En líneas generales, el mantenimiento es una metodología de trabajo que tiende al logro de tres objetivos⁶:

- Objetivo inmediato: Modo de acción directo sobre el cuidado del equipamiento y las instalaciones.
- Objetivo deseado: Máxima confiabilidad al mínimo costo.
- Objetivo ulterior: Eficiencia operativa – Defensa del patrimonio.

⁶ Traducido al español de www.faa.com (Mantenimiento Aeroportuario FAA 2000)

Aspectos Conceptuales de la Teoría y Práctica del Mantenimiento

Aunque parezca una trivialidad, la correcta conjugación de la teoría y práctica del mantenimiento resulta, en la mayoría de los casos, uno de los problemas más difíciles de resolver.

Hay una serie de variables que intervienen en la confección teórica de los programas y luego, una vez puesto en marcha el plan, surgen una serie de factores muchas veces no previstos, que aparecen como medio en oposición para el logro de los objetivos propuestos.

Resulta, entonces de suma importancia, la detección oportuna de esos factores, su origen y la determinación de las medidas correctivas en forma inmediata para obtener la factibilidad práctica y de este modo, lograr que la aptitud teórica del programa sea, en conjunto, una solución aceptable para la política de mantenimiento a implementar (Véase ANEXO 1).

1.2.2.2 El Mantenimiento y sus Costos.

El Mantenimiento Preventivo absoluto no existe y siempre debe tenerse en cuenta un índice de probabilidad de falla, lo cual determina que, en líneas generales, pueda decirse que el mantenimiento total aplicado es la suma de los tipos de mantenimiento llevados a cabo, lo cual implícitamente se traduce en la interpretación de los costos totales de mantenimiento.

Los costos de Mantenimiento Preventivos son evaluables en función del empleo de repuestos de consumo, horas/hombre destinadas a las diferentes tareas programadas, sustitución de elementos componentes, rendimientos de los equipos e instalaciones, etc. De igual modo, con la confección de un adecuado historial de máquina, pueden determinarse los costos que han demandado las reparaciones

por roturas, en cuya evaluación se podrá observar, que muchos de ellos podrían haber sido evitados o al menos reducidos, de existir la aplicación de normas de ergonomía y factores humanos en las actividades de mantenimiento, de manera que se pueda controlar el ambiente de trabajo.

1.2.2.3 Importancia del Mantenimiento.

Cualquier programa de mantenimiento correctamente confeccionado implicará una inversión inicial de cierta importancia y en relación directa con el valor de una determinada instalación o equipamiento pero, producirá beneficios que sobrepasarán su costo al cabo de la cuarta parte del límite de vida útil de las instalaciones. La duda sobre la aplicación de un programa de mantenimiento se presenta antes de adoptarlo pero nunca después de haberlo hecho.

A mayor grado de complejidad, mayores serán los beneficios del mantenimiento. Los costos de mantenimiento de los equipos modernos deben ser tenidos en cuenta por cuanto, el índice de confiabilidad y la necesidad de prestación de los servicios no deben verse afectados por una mala política de mantenimiento sin recursos o por erogaciones descontroladas sin determinar prioridades.

Sobre estas variables, se tendrá en cuenta que no siempre se tienen los mismos beneficios; el material, el inventario de elementos de repuesto, el nivel del personal especializado, son factores que deben ser analizados para el logro de óptimos resultados, apuntándose las siguientes ventajas que el Mantenimiento Programado ha producido :

1. Disminución de horas con sistemas fuera de servicio.
2. Disminución de cargas de mantenimiento por horas extras.
3. Menor número de reparaciones a gran escala así como reparaciones repetitivas.

4. Eliminación de erogaciones por reemplazos prematuros en los distintos componentes.
5. Identificación inmediata de los costos anormales de mantenimiento tales como: aplicación incorrecta, problemas de personal, obsolescencia, etc.
6. Mayor seguridad para el personal y mejor protección del equipamiento en general.

En síntesis, el Mantenimiento Programado es aplicable en todos los niveles y funciona ya sea para el caso de dos operarios como para un numero ilimitado.

1.2.2.4 Tipos Básicos de Mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo:

Se reparan todos aquellos defectos que han ocurrido o que se sabe que han ocurrido.

Constituye una respuesta a peticiones de reparación debido a fallas de la maquinaria y equipo o un trabajo anómalo referente a la calidad debido al mal estado de la maquinaria.

Mantenimiento Preventivo:

Consiste en la realización de rondas de supervisión o de sustitución en periodos fijos de tiempo. Y en diagnosticar las necesidades de mantenimiento de la maquina, las cuales van desde simples lubricaciones hasta reparaciones más complejas.

Mantenimiento Funcional:

Consiste en la búsqueda de fallos no evidentes, fallos que normalmente afectan a los sistemas de protección y en verificar periódicamente que estos funcionan.

Mantenimiento Predictivo:

Consiste en el análisis de parámetros de funcionamiento cuya evolución permite detectar un fallo antes de que este tenga consecuencias más graves. En general, el Mantenimiento Predictivo, radica en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en que periodo de tiempo, ese fallo va a tomar una relevancia importante, para así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves. Una de las características más importantes de este tipo de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta mientras se está aplicando.

1.2.2.5 Gestión Del Mantenimiento

En la actualidad, existen numerosos modelos de gestión del mantenimiento, tales como: el TPM (Total Productive Maintenance), el MCC o Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (Reliability Centred Maintenance), CMMS (Computerised Maintenance Management System), el Mantenimiento Estratégico, el Mantenimiento de Oportunidad. Un modelo de gestión del mantenimiento es aquel que se refiere al desarrollo de las funciones básicas de la administración del mantenimiento, tales como: planificar, organizar, dirigir y controlar; para lograr objetivos previamente establecidos. Es claro que la gestión trasciende a la acción por si misma, ya que incluye la formulación de objetivos, la selección, evaluación y determinación de estrategias, el diseño de los planes de acción, la ejecución y control de los mismos. A continuación, se desarrollan de manera resumida algunos de los modelos de gestión de mantenimiento; con un énfasis especial en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC).

➤ TPM: Mantenimiento Productivo Total

El TPM tiene como objetivo principal realizar el mantenimiento de los equipos con la participación del personal de producción, dentro de un proceso de mejora continua y una gestión de calidad total. Considera que no existe nadie mejor que el operario para conocer el funcionamiento del equipo que le fuera confiado. El técnico de mantenimiento puede conocer muy bien las especificaciones del equipo y haber estudiado sus partes constitutivas. Pero el operario trabaja y convive diariamente con la maquinaria, y llega a conocerla muy profundamente.

Cuando se implementa este tipo de mantenimiento en una empresa, constituye un complemento a la gestión de calidad total, dado que todo el personal se involucra en esta filosofía participando activamente para mejorar la disponibilidad operacional y el rendimiento del sistema de una manera global.

Para su aplicación es requisito adaptar las tareas de mantenimiento, ya que un operario no puede realizar, por ejemplo, una intervención en los circuitos electrónicos, ni de instrumentación y control. Sin embargo, todo lo que constituye el mantenimiento de primer nivel o mantenimiento básico previsto por el constructor sin desmontajes, e incluso el de segundo nivel, tal como reparaciones sencillas y operaciones menores de preventivo con intercambio previsto de elementos estándar, en muchas ocasiones lo realizan mejor los operarios que el propio técnico de mantenimiento, dado que conocen sus máquinas y los síntomas. Esta es la filosofía de la TPM.

Las 3 etapas a cumplir para la aplicación de un programa TPM son:

Fase de Preparación: en esta fase se explica la importancia de su aplicación. También se brinda formación al personal mediante cursos al personal gerencial y supervisorio (con el objeto de convencerse de los beneficios) y para el personal de planta (a fin de su implementación). La estructura de control se organiza incluyendo la formación de Grupos de Control para seguimiento y evaluación de las

acciones, y grupos de mejoras con el objetivo de estudiar y proponer mejoras concretas. Se definen, asimismo, los objetivos perseguidos, los que deben resultar realistas y factibles de alcanzar, preparando un proyecto de aplicación que debe justificarse ante especialistas.

Fase de Realización: se aplican las estrategias a un equipo piloto, para luego poder extenderlas a un sector piloto de la planta. En ambos casos se determinan indicadores de rendimiento y disponibilidad operacional. Se establecen los planes de Mantenimiento Autónomo (PMA) a realizar por parte del personal de producción, y el Plan de Mantenimiento Preventivo (PMP) a cargo del personal de mantenimiento. Se brinda formación técnica al personal involucrado, individualizando líderes de grupos en la búsqueda de la mejora continua. Luego resulta necesario organizar la obtención y registro de datos, concibiendo una gestión de mantenimiento flexible durante el período inicial. Se busca desarrollar las necesidades y oportunidades de mejoras, implementándolas en el sector piloto de acuerdo con un cronograma previamente establecido y acordado. Finalmente, se verifican y evalúan los resultados obtenidos.

Fase de Consolidación: se presentan los resultados obtenidos, extendiendo la aplicación de las estrategias que dieron resultados favorables al resto de la planta industrial y se definen objetivos mas elevados para continuar en la búsqueda de la mejora continua.

MCC: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

La aplicación adecuada de las nuevas técnicas de mantenimiento bajo el enfoque del M.C.C., permiten de forma eficiente, optimizar los procesos de producción y disminuir al máximo los posibles riesgos sobre la seguridad personal y el ambiente, que traen consigo los fallos de los activos en un contexto operacional específico. El mantenimiento debe asegurar que los activos continúen cumpliendo las funciones para las cuales fueron diseñados, es decir, debe estar centrado en la Confiabilidad Operacional. En la actualidad, este objetivo puede ser alcanzado de forma óptima, con la metodología de gestión del Mantenimiento, titulada Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (M.C.C).

En términos generales, permite distribuir de forma efectiva los recursos asignados a la gestión de mantenimiento, tomando en cuenta la importancia de los activos dentro del contexto operacional y los posibles efectos o consecuencias de los modos de fallos de estos activos, sobre la seguridad, el ambiente y las operaciones.

El MCC sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias, a los activos más importantes de un contexto operacional. Esta no es una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario. El equipo desarrolla un sistema de gestión de mantenimiento flexible, que se adapta a necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta, la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón coste / beneficio.

En otras palabras el MCC es una metodología que permite identificar las políticas de mantenimiento óptimas para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción.

Esta metodología demanda una revisión sistemática de las funciones que conforman un proceso determinado, sus entradas y salidas, las formas en que pueden dejar de cumplirse tales funciones y sus causas, las consecuencias de los fallos funcionales y las tareas de mantenimiento óptimas para cada situación (predictivo, preventivo, etc.) en función del impacto global (seguridad, ambiente, coste, unidades de producción).

Tareas principales del análisis RCM.

Los principales elementos del análisis RCM se resumen en 10 pasos como sigue:

- Definición y selección del sistemas.
- Análisis funcional de la falla.
- Selección de ítems críticos.
- Tratamiento de los ítems no críticos.
- Colección y análisis de los datos.
- Análisis de los modos de fallo y sus efectos.
- Selección de las tareas de mantenimiento.
- Determinación de los intervalos de mantenimiento.
- Implantación de recomendaciones.
- Seguimiento de resultados.

➡ Mantenimiento Estratégico.

La búsqueda exaltada de ventajas competitivas llevó a la conclusión de que el costo de mantenimiento no está bajo control, y es un factor importante en el incremento del desempeño global de los equipos.

Se esta tornando cada vez mas aceptado por las empresas, grupos de consultoría y organizaciones profesionales, que para el desempeño de la producción en términos mundiales, el gasto en mantenimiento debe estar a vuelta de 2% o menos del valor del activo.

La coordinación de la planificación de la producción, de la estrategia de mantenimiento, de la adquisición de repuestos, de la programación de servicios y del flujo de informaciones entre estos subsistemas, elimina el conflicto de metas altas disponibilidades e índices de utilización, aumento de confiabilidad, bajo costo de producción como resultado de mantenimiento optimado, gestión de adquisición de repuestos y alta calidad de productos, son metas que pueden ser alcanzadas solamente cuando operación y mantenimiento trabajan juntos.

En el mantenimiento estratégico (o mantenimiento centrado en el riesgo), el primero paso es determinar cual es el equipo que está deteniendo el proceso, o sea, cual es aquel que se convierte en el "cuello de botella" del sistema productivo (o de servicio). De esta forma deberán ser analizadas la estructuras del Sistema Productivo, a través de sus sectores serie, paralelo, redundante y mixto, calculando, en función de las disponibilidades individuales, su indisponibilidad total. Esta determinación es de gran importancia para permitir la adecuada priorización y definición de estrategias de intervención para evitar el riesgo de estar haciendo un excelente mantenimiento preventivo en el equipo equivocado.

1.2.2 Estudio de Riesgos y Operabilidad (HAZOP)

HAZOP (HAZard and OPerability) también denominado Estudio de Riesgos y Operabilidad, es un método de análisis cualitativo, cuyo objetivo fundamental es la identificación de riesgos potenciales en una planta de proceso y busca las relaciones entre las causas y sus consecuencias o, en otras palabras, busca las desviaciones de la planta con relación a la intención del diseñador de la instalación o los equipos. Su realización engloba la colaboración de expertos de diferentes áreas de conocimiento de la planta que aportan su experiencia y así identifican más problemas que si lo hicieran por separado; poniendo un énfasis especial en la determinación, tan exacta como sea posible, de todas las consecuencias de cualquier causa creíble de riesgo.

El método HAZOP descompone las operaciones industriales en operaciones simples a base de dividir el proceso en nodos dónde se estudiarán sistemáticamente los parámetros en busca de desviaciones. Se parte de una descripción física y funcional de la planta, el uso de diagramas de flujo, conocimiento técnico, palabras guía y tormentas de ideas para detectar causas y consecuencias de desviaciones de los parámetros, respecto de sus valores nominales.

El procedimiento de evaluación consta de las siguientes fases:

- a) Identificación de riesgos por áreas, instalaciones o puestos de trabajo.
- b) Evaluación de los riesgos identificados.
- c) Propuesta de medidas preventivas tendentes a eliminar o minimizar los riesgos identificados.

La evaluación deberá realizarse considerando la información sobre la organización, las características y complejidad del trabajo, los materiales utilizados, los equipos existentes y el estado de salud de los trabajadores, valorando los riesgos en función de criterios objetivos que brinden confianza sobre los resultados a alcanzar

Los resultados de un estudio HAZOP no solo permite a los ingenieros mejorar la seguridad de una operación, sino también encontrar problemas de operación en un estrado temprano o en desarrollo. Igualmente, el método es usado para el análisis de procesos modificados y ya existentes que han venido operando por muchos años. Los procedimientos pueden aplicarse igualmente a operaciones continuas o en serie y son validas para plantas complejas y simples.

Las recomendaciones generadas, pueden incluir cambios en diseño, operaciones o mantenimiento que reduzcan o eliminen las desviaciones, causas y/o consecuencias de los riesgos.

1.2.3 Curva de Tina de Baño

En función de la situación en que el equipo se encuentre, con el pasar del tiempo presenta uno de los tres estándares de falla (típicas de partida, aleatorias y debidas a desgaste). La composición de las tres condiciones que normalmente representan las fases de vida de una instalación, equipo o pieza es conocida como "Curva de ciclo de vida"o "Curva característica de confiabilidad y vida útil":⁷

Esta técnica describe la confiabilidad como calidad en la dimensión de tiempo, dado que las características de confiabilidad de un producto cambian con el tiempo. El índice de falla, o índice de riesgo, es una de estas características que cambia con la edad o vida útil de un producto o equipo y tiene tres periodos distintos.

Periodo de Fallas Prematuras.

Por lo general, la población total de artículos o de un sistema presentan un índice de falla relativamente alto en el principio, a este periodo inicial se le llama periodo

⁷ Lourival Augusto Tavares, Administración Moderna del Mantenimiento, Capitulo 4 "Evaluando la gestión del Mantenimiento". (2003) Argentina

de "arranque", "falla precoz" o de "depuración". Dentro del entorno ergonómico, el periodo de fallas prematuras se denomina fase de diseño, y considera la evaluación de riesgos (HAZOP), el manejo de materiales, así como los puestos de trabajo.

Para entender la naturaleza de las fallas precoces se listan algunas de sus causas: mano de obra inferior a la estándar, control de calidad deficiente, materiales inferiores a los estándares; así como problemas debidos al ensamble, contaminación, instalación inadecuada, error humano, falla de partes por el almacenamiento y el tránsito, entre otras.

Período de Vida Útil.

Una vez hecha la prueba de inicio, la población de artículos alcanza su nivel más bajo de índice de falla, permaneciendo relativamente constante durante un período de tiempo. En el periodo de vida útil o fase de operación, desde la perspectiva ergonómica, la gestión del mantenimiento considera aspectos como: normas ergonómicas, instrucciones, capacitación y programación de actividades.

Algunas de las causas más comunes de fallas en este periodo son: bajos factores de seguridad, fallas relacionadas con el agotamiento, abuso, errores humanos, fallas que no se pueden prevenir mediante las "mejores" prácticas de mantenimiento preventivo, causas inexplicables, fallas fortuitas.

Período de Desgaste.

La mayoría de los productos se diseñan para que tengan un período determinado de vida útil. A partir del final de la vida útil o el inicio del período de desgaste, el índice de falla aumenta rápidamente. Dentro del periodo de desgaste o fase de obsolescencia, se considera el nivel de riesgos y lesiones, grado de capacitación entre otros. El desgaste o deterioro se debe a algunas de las causas siguientes: corrosión u oxidación, desgaste por fricción o fatiga, envejecimiento o

degradación, deformación progresiva, prácticas deficientes de mantenimiento o servicio, Prácticas de revisión inadecuadas, corta vida de diseño.⁸

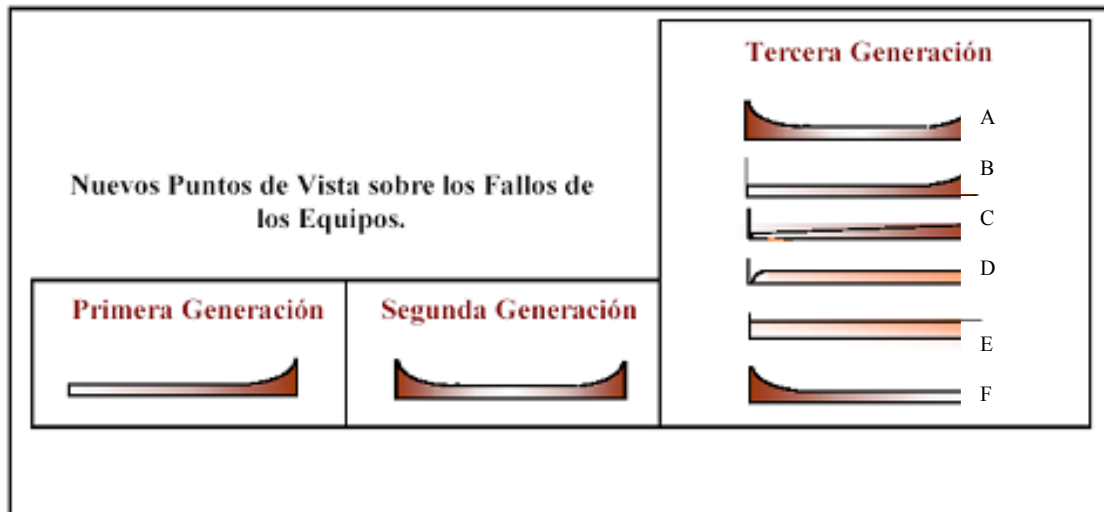


Figura 1.1

La Figura 1.1. muestra como el punto de vista acerca de los fallos en un principio era simplemente asociado a que cuando los elementos físicos envejecen, tiene mas posibilidades de fallo, mientras que estudios relativamente recientes muestran la importancia del desgaste por uso, lo que ha llevado a la creencia en la "Curva de la tina de baño"; finalmente, las investigaciones realizadas en los últimos años, muestran que en la practica actual no solo ocurre un modelo de fallo, sino seis diferentes.

➤ Modelos de Fallo.

El modelo A es la conocida "curva de la bañera". Comienza con una incidencia de falla alta (conocida como mortalidad infantil o desgaste de funcionamiento) seguida por una frecuencia de falla que aumenta gradualmente o que es constante, y luego por una zona de desgaste.

⁸ Gavriel Salvendy, Manual del Ingeniero Industrial Vol. II, Cáp. 8.5 Confiabilidad y Susceptibilidad del Mantenimiento, pp 101-104, (1991) México.

El modelo B muestra una probabilidad de falla constante o ligeramente ascendente, y termina en una zona de desgaste.

El modelo C muestra una probabilidad de falla ligeramente ascendente, pero no hay una edad de desgaste definida que sea identificable.

El modelo D muestra una probabilidad de falla bajo cuando el componente es nuevo o se acaba de comprar, luego un aumento rápido a un nivel constante.

El modelo E muestra una probabilidad constante de falla en todas las edades (falla aleatoria).

El modelo F comienza con una mortalidad infantil muy alta, que desciende finalmente a una probabilidad de falla que aumenta muy despacio o que es constante.

En general, los modelos de las fallas dependen de la complejidad de los elementos. Cuanto más complejos sean, es más fácil que estén de acuerdo con los modelos E y F. Pero no hay duda de que cuanto más complicados sean los equipos más veces encontraremos los modelos de falla (E y F).

1.2.5 Normas Aplicables (OSHA, NFPA, ISO)

1.2.5.1 Occupational Safety and Health Association (OSHA)

Es una agencia del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, establecida en 1970 por una acta del congreso de ese país. Su responsabilidad principal es proveer los elementos que permitan alcanzar condiciones de seguridad ocupacional a través de la reducción de peligros en el puesto de trabajo y el refuerzo a los estándares obligatorios de seguridad laboral para implementar y mejorar los programas de salud para los trabajadores.

Desde un comienzo, la OSHA ha sido una agencia controversial, que ha generado muchas criticas, tanto entre las empresas como entre los grupos laborales.

Las empresas han acusado a la agencia afirmando que sus regulaciones son muy difíciles de entender y muchas veces irrazonablemente rígidas, que las multas son injustas, el papeleo es excesivo, y que el costo de implementar las normas y regulaciones es demasiado alto para empresas pequeñas.

Desde 1977 la agencia ha hecho el esfuerzo de concentrarse en las industrias mas peligrosas para eliminar las regulaciones que sean obsoletas

1.2.5.2 National Fire Protection Association (NFPA)

La Asociación Nacional para la Protección contra el Fuego, es una organización mundial líder en proveer seguridad contra incendio, daños eléctricos y protección de la vida desde 1896, y su misión es la de reducir a nivel mundial los daños causados por el fuego y otros riesgos a la calidad de vida de las personas, proveyendo y apoyándose en códigos y estándares producto de un consenso y con bases científicas, a la vez que realiza investigación, entrenamiento y educación.

Para la NFPA, la seguridad es el negocio de todos, por lo que desarrolla, publica y disemina periódicamente códigos y estándares, con la intención de minimizar la posibilidad y efectos de fuego y otros riesgos.

Virtualmente cada edificio, proceso, servicio, diseño e instalación en las sociedades desarrolladas de nuestros días está afectado por los documentos NFPA. Mas de 300 códigos y estándares son utilizados alrededor del mundo.

La organización colabora con los afiliados enseñándoles que hacer en diversas situaciones, por medio de soporte técnico, alertas de códigos y estándares, actualizaciones en tecnología de protección y conexiones con profesionales para tomar las decisiones correctas; a la vez, otros miembros proporcionan una imagen amplia de los problemas que afectan a la industria, lo que puede ayudar a prepararse para posibles sorpresas.

La riqueza de investigaciones relacionadas a los incendios incluye el significado técnico de los accidentes, análisis de datos de incendios, y las bibliotecas más completas en literatura comprensiva relacionada al fuego y los incendios.

1.2.5.3 ISO

La Organización Internacional para la Estandarización es el desarrollador de estándares más grande en el mundo. Además de su principal actividad, el desarrollo de estándares técnicos; los estándares ISO tienen una importante repercusión social y económica, haciendo una diferencia positiva, no solo para ingenieros y manufactureras, sino para la sociedad en general.

ISO es una red de institutos nacionales de estándares de 147 países, sobre la base de un miembro por país; con una secretaría general en Suiza, que coordina el sistema.

ISO no es una organización gubernamental, por un lado, muchos de sus miembros son institutos parte de la estructura de los gobiernos; pero por otro lado, algunos de sus miembros son del sector privado.

Los estándares ISO son voluntarios, como una organización no gubernamental, ISO no tiene la autoridad legal para forzar a ninguna empresa o país a implementarlos; sin embargo, cierto porcentaje de los estándares ISO – principalmente aquellos relacionados de salud, seguridad y ambiente- han sido adoptados en algunos países como parte de los marcos regulatorios o son mencionados en las legislaciones como referencias de bases técnicas. Por otro lado los estándares ISO se han convertido en requerimientos de mercado, como ha sucedido con la ISO 9000 (Sistema de Administración de la Calidad).

Los estándares internacionales desarrollados por ISO son útiles para organizaciones de todos los tipos, para los gobiernos y otros cuerpos reguladores, para consumidores y proveedores, y finalmente a las personas en general en su rol como consumidores y usuarios finales.

Los estándares ISO contribuyen a impulsar el desarrollo, manufactura y provisión de productos y servicios mas eficientemente, limpio y seguro. Colaboran a que el comercio entre los países para que sea mas fácil y justo. Proveen las bases técnicas para los gobiernos en aspectos referentes a la legislación de salud, seguridad y ambiente; se convierten en acuerdos técnicos que proveen un marco de trabajo para la compatibilidad tecnológica mundial. En total, hay mas de 2850 grupos técnicos ISO (comités técnicos, subcomités, grupos de trabajo, etc.) en los

que anualmente participan mas de 30,000 expertos para desarrollar los estándares ISO.

1.2.6 Análisis FODA

El análisis FODA es una forma sistemática de identificar y evaluar la situación competitiva de una empresa en los siguientes aspectos: Fortalezas, Debilidades, Amenazas y Oportunidades, frente a sus principales competidores y frente al mercado en general.

Este análisis consiste en evaluar las Fortalezas y Debilidades que están relacionadas con el ambiente interno, así como las Oportunidades y Amenazas que se refieren al entorno externo. La importancia en la realización de este análisis consiste en poder determinar de forma objetiva, en que aspectos las empresas tienen ventajas respecto de su competencia y en que aspectos necesitan mejorar para poder ser competitiva, es decir, encontrar la mejor relación entre las tendencias que se perciben del entorno y el potencial propio de las empresas.

FORTALEZAS: habilidades competitivas que permiten a las empresas alcanzar oportunidades generadas por el entorno. Las fortalezas son recursos de tipo interno que poseen las compañías en mejores condiciones que su competencia y que la hacen tener ventaja sobre los demás. Las empresas pueden emplear estos elementos para lograr sus objetivos y mejorar su posición competitiva en el mercado.

AMENAZAS: son aquellas circunstancias o situaciones desfavorables para la empresa que pueden afectar negativamente la marcha de la institución, de no tomarse las medidas necesarias en el momento oportuno. Si la gerencia no toma una determinada acción ante estas tendencias desfavorables que provienen del entorno, se puede llegar a un estancamiento o a la desaparición.

OPORTUNIDADES: son aquellas circunstancias o situaciones del entorno (fuerzas que surgen desde fuera de las fronteras de una organización, pero que afectan sus decisiones o acciones internas, así como sus actividades y desarrollo) potencialmente favorables para la institución u organización.

Las oportunidades pueden consistir de necesidades del mercado aun no cubiertas o una tendencia en el entorno que puede permitir mejorar la posición de la organización, correspondiendo a aspectos del entorno que pueden ser aprovechados ventajosamente, tal es el caso de nuevos mercados, posibilidades de exportación, etc.

DEBILIDADES: son limitaciones, defectos o inconsistencias en la institución, que constituyen un obstáculo para la consecución de los objetivos; las debilidades se pueden ver como los aspectos internos en que las empresas deben mejorar para lograr una posición mas competitiva.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Muchas de las empresas del país, específicamente para el caso del sector de empresas dedicadas a la fabricación de productos frigoríficos, no implementan una normativa que garantice las condiciones mínimas saludables de trabajo; de tal forma, que es lógico pensar que aun menos compañías consideran los aspectos ergonómicos y factores humanos en el desarrollo de las actividades del departamento de mantenimiento.

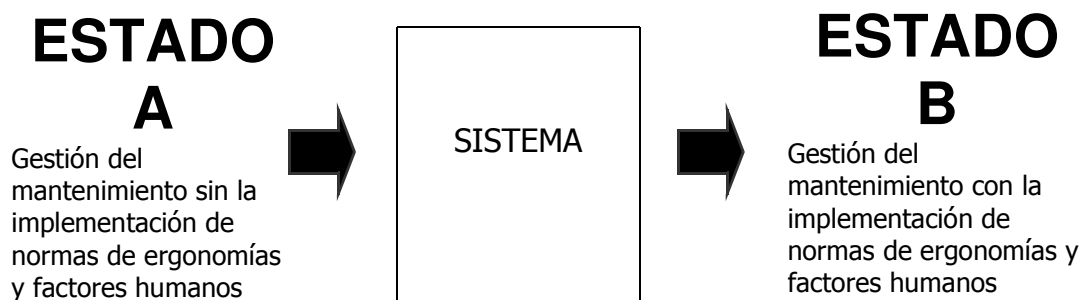


Figura 1.2

Para el caso particular, deberá entenderse por sistema todos aquellos elementos pertenecientes a la gestión, planeación y operación del departamento de Mantenimiento de COLDNESS S.A. de C.V.

VARIABLE DE SOLUCIÓN.

Elaboración del diseño de un Modelo para la aplicación de las normas de ergonomía y los factores humanos en la gestión del mantenimiento industrial, en el cual se deben presentar los elementos necesarios para facilitar la implementación futura de dichas normas en el sector de la industria metal-mecánica y plásticos, que permita un mejor desempeño del trabajador y una mejora en la productividad.

CAPITULO II

Este capítulo comprende las generalidades de la empresa que permiten ubicar las principales actividades de COLDNESS, en las que se habla de la situación actual así como de las debilidades y fortalezas existentes en dicha empresa.

Además se presenta una descripción general del proceso de fabricación y la estructura del departamento de mantenimiento, incluyendo información correspondiente a las maquinas y los trabajos que desarrolla a nivel operativo el personal de mantenimiento. Todos estos elementos proporcionan datos muy valiosos para la realización de la identificación y evaluación de riesgos que se presenta al final del presente capítulo y que serán partes fundamentales en el diseño de un modelo de gestión del mantenimiento que considere los aspectos ergonómicos y factores humanos.

2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

2.1.1 Situación Actual.

De acuerdo a las visitas realizadas y apoyándose en las entrevistas a los empleados, se ha generado un listado que considera algunos de los factores mas importantes en el desarrollo de las actividades en COLDNESS. Cabe mencionar que la empresa ha comenzado diversos planes para mejorar las condiciones generales en la planta y en el desarrollo del trabajo de mantenimiento, tal es el caso de la señalización de algunas áreas y el levantamiento de inventarios de las herramientas.

EDIFICIOS Y PISOS.

- La estructura de los edificios esta compuesta por paredes de mixto, techos de duralita y lamina tipo ZincAlum sobre estructura metálica, lo que colabora al incremento de la temperatura dentro de la planta.
- Pisos conformados por cemento, principalmente en la planta y áreas relacionadas; dañados en muchos lugares, debido al paso de montacargas.
- Pasillos y zonas de almacenaje temporal sin delimitación y/o delimitación borrosa.
- El ancho de los pasillos es adecuado.

ERGONOMIA Y FACTORES HUMANOS.

- Ausencia de conocimiento en cuanto a Ergonomía y Factores Humanos.
- Algunos de los inmobiliarios, no están diseñados ergonómicamente.
- No existe una evaluación de las condiciones ambientales que influyen en el desarrollo del trabajo, lo que puede generar condiciones inseguras, tanto físicas como ambientales, algunas de estas condiciones se desarrollan a continuación:

● Iluminación

- En la planta se utiliza una combinación de iluminación artificial y natural.
- La iluminación en algunas áreas como laminado y pintura no es el adecuado.

● Ventilación

- La planta de producción es ventilada naturalmente, auxiliándose con algunos extractores eólicos y eléctricos.
- En época calurosa y debido a la deficiente ventilación en el interior de la planta, al mezclarse el aire caliente interno con el aire del

ambiente, se generan remolinos que muchas veces han quebrado la duralita de la nave (ocurre casi anualmente).

- En el área de plásticos no existe suficiente evacuación de los vapores y temperaturas generadas por los procesos.

● Temperatura

- El tipo de construcción, la deficiente ventilación y los procesos que se desarrollan en la planta colaboran a que la temperatura dentro de las naves sea alta.

SEGURIDAD INDUSTRIAL

- Solo en el área de empaque las maquinas poseen guardas de seguridad.
- Ninguna máquina posee rótulo de advertencia o precaución indicando los riesgos o daños que puedan causar al operador o personal de mantenimiento.
- Mala distribución del almacén de refracciones e insumos, lo cual origina condiciones inseguras en el mezanine del almacén y a lo largo de los pasillos adyacentes.
- Las herramientas de mano son colocadas en desorden en el área de trabajo.
- Algunos operarios utilizan algunas herramientas indebidamente, lo que expone a los empleados a condiciones inseguras.
- Algunas herramientas se encuentran en mal estado.
- Al personal tanto de mantenimiento como a los operadores por maquina se les proporciona diversos elementos de protección personal, tales como tapones para los oídos, mascarillas, protectores para ojos, guantes, pero no todos los trabajadores lo utilizan. Se carece de un control formal del uso del equipo de protección que incluya la verificación de su uso, mantenimiento y reemplazo en caso de necesidad. Cada 6 meses, se dan capacitaciones del uso del EPP. Actualmente se ha iniciado un campaña de señalización indicando el EPP que se debe usar en cada estación.

GENERALES

- Derrames de granulado en el piso de las bodegas de materia prima, debido a roturas en las bolsas.
- Cuando llueve mucho, se producen inundaciones en la planta, a causa de un deficiente desnivel de pisos y sistemas de drenaje.
- En el área de pintura se encuentra un horno, que genera un calor excesivo al área de ensamble (ubicada próxima al horno). Los operarios optan por no utilizar el equipo de protección personal (mascarillas) por la elevada temperatura del ambiente.

2.1.2 FODA.

El análisis FODA (Cuadro 2.1) permite identificar y evaluar las condiciones de la Empresa COLDNESS S.A. de C.V. a nivel de competitividad en aspectos que generan fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades, tales condiciones se muestran en el siguiente cuadro o matriz FODA.

Cuadro 2.1

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad (ISO 9000) ➤ Se encuentran en proceso de Certificación ISO 14000 ➤ Existe una estructura organizativa definida que se encarga de las operaciones de mantenimiento ➤ Se cuenta con un programa de mantenimiento ➤ Recursos Humanos disponibles: Profesionales y mano de obra calificada 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Crear un Sistema integrado de Gestión de Calidad, Ambiental y Prevención de Riesgos. ➤ Implementar el Modelo para la Aplicación de las Normas de Ergonomía y Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial. ➤ Reducir las causas de Accidentes e Incidentes y sus costos asociados ➤ Existencia de recursos externos e internos para la capacitación ➤ Mejorar las condiciones laborales, con miras a la implementación de los nuevos sistemas integrados de gestión
F O	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de normativa para ejecutar los trabajos de mantenimiento. ➤ No hay capacitación de Personal en cuanto a tópicos de Seguridad Industrial, Prevención de Accidentes, Utilización de Herramientas, Ergonomía, Exposición a riesgos. ➤ Condiciones inseguras en el desarrollo del mantenimiento industrial ➤ Infraestructura de riesgo menor y mayor: insuficiente, obsoleta y falto de mantenimiento ➤ Mal uso del sistema de información 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ocurrencia de Accidentes ➤ Incapacidades ➤ Perdidas en Equipo ➤ Perdidas Económicas ➤ Disminución de la probabilidad que se cumpla la Vida útil de las Maquinas ➤ Desastres Naturales
D A	

Elementos como la falta de aplicación de normativas para ejecutar los trabajos de mantenimiento y las condiciones inseguras, colaboran a que sucedan accidentes / incidentes que puedan acarrear pérdidas monetarias, en equipo y de personal, pero dado que la empresa cuenta con profesionales y mano de obra calificada apoyada por una estructura organizativa definida, existe la oportunidad de crear un sistema integrado de gestión de la calidad, el ambiente y la prevención de riesgos que colabore con la reducción de causas de accidentes e incidentes, mejorando las condiciones laborales al interior de la empresa.

Bajo este contexto surge la oportunidad de implementar un Modelo para la Aplicación de Normas de Ergonomía y Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial que permita una evaluación y manejo de los riesgos laborales y que a su vez disminuya las fallas en los equipos logrando con esto una reducción en los costos y una mejor confiabilidad en el proceso.

2.2 PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación (Cuadro 2.2) consta de tres áreas principales las cuales son : plásticos, metálicos y ensamble.

ÁREA DE PLÁSTICOS	ÁREA DE METALICOS	ÁREA DE ENSAMBLE
Laminado	Cortar	Armado de Gabinetes y Puertas
Extrusión	Troquelar	Ensamble e Instalación de Sistemas
Inyectado	Doblar	Pruebas de funcionamiento
Sellado	Soldar	Empaque
Termoformado	Pintura	
Estampado		
Corte de Piezas		
Instalación de Cableado		

Cuadro 2.2

ÁREA DE PLÁSTICOS

- LAMINADO: Proceso mediante el cual se fabrican las láminas plásticas, las que se utilizan en el proceso de Termoformado, para fabricar el Compartimiento de Alimentos, Contrapuertas y las Bandejas de Deshielo.
- EXTRUSION: Utiliza un tornillo mecánico que traslada el compuesto termoplástico a un calentamiento donde es fundido y extraído posteriormente por un orificio que conecta con un transportador. El producto final es enfriado por medio de dispositivos tales como sopladores, atomización de agua o la inmersión en un depósito de agua. El moldeo por extrusión es utilizado para conformar piezas tales como los canales de las puertas y las esquineras del embalaje.

- **INYECCION:** Se coloca material termoplástico en una tolva de la que pasa a un cilindro superior de la máquina. Un pistón pasa el material a un cilindro inferior el cual es pasado a una cámara de calentamiento, convirtiéndose el polvo granular en plástico y se enfría por medio de un fluido. Se utiliza para fabricar partes con resinas termofijadas aunque existe una variación de el llamado moldeo a chorro en donde es necesario calentar la cavidad del molde para curar el plástico introducido en él. En este proceso se fabrica la manija, fruteros, tapa manija, cremera, etc.

- **SELLADO:** Esta operación se realiza a las piezas que salen de las máquinas extrusoras o inyectoras para formar los accesorios. Este proceso se realiza principalmente a las canaletas de la puertas, el cual consiste en colocarles los tapones para poder instalarlas en las puertas.

- **TERMOFORMADO:** Proceso mediante el cuál se calientan las láminas plásticas hasta alcanzar el punto de elasticidad de las mismas, logrando así moldearlas mediante la acción de elementos mecánicos o neumáticos obteniendo las formas de los elementos deseados. De este proceso se obtienen los compartimientos de alimentos, contrapuerta y bandeja de deshielo.

- **ESTAMPADO:** Proceso en el cuál se estampan recomendaciones, sugerencias o leyendas de interés para el usuario utilizando para tal fin los métodos de serigrafía o estampado industrialmente conocidos. Este proceso se realiza en los fruteros y contrapuerta pequeña.

- **CORTE DE PIEZAS:** Etapa del proceso en la cuál se quita la rebaba de acuerdo a las medidas requeridas de los componentes termoformados, medidas que varían según el modelo a fabricar.

- **INSTALACION DE CABLEADO:** En esta operación se colocan los respectivos cables necesarios para la alimentación de energía eléctrica y otras conexiones.

ÁREA DE METALICOS

- **OPERACIONES BÁSICAS:** Etapa en la cuál se cortan, y troquelan las láminas conforme las dimensiones especificadas, dichas láminas posteriormente son dobladas mediante acción mecánica para luego ser soldadas, formando el gabinete. A las puertas se les realiza únicamente el proceso de corte y troquelado.
- **ELABORACION DE ACCESORIOS METALICOS:** Este proceso se realiza el proceso similar al de los gabinetes. Y se fabrican los semiterminados: bisagras, rieles o bases para la refrigeradora, base de compresor, refuerzos metálicos.
- **PINTADO:** Etapa del proceso en el cuál se aplica la pintura a los gabinetes, puertas, bisagras inferiores y refuerzos. Dicho proceso empieza aplicando primero un proceso de fosfatado, un baño de agua desmineralizada, un baño con un sellador no crómico para cerrar los poros y finalmente un baño con agua desmineralizada. Posteriormente se pasa al horno de secado para luego entrar a la cabina de pintura en la cual se aplica la pintura en polvo y finalmente al horno en el cual la pintura se solidifica.

ÁREA DE ENSAMBLE

- **ARMADO DE GABINETES Y PUERTAS:** Proceso en el cual se conforma la puerta y el gabinete utilizando los diferentes semiterminados y aplicando la espuma de poliuretano que se utiliza como aislante térmico. El proceso básicamente consiste en revisar las puertas y gabinetes, colocarles los tapones y el empaque que llevan las puertas en sus contornos, se colocan también los demás accesorios como lo son las manijas, flechas, etc. posteriormente y con ayuda de una máquina especial, se inyecta el material aislante con el que se llenan las puertas; de la misma manera se trabaja con los gabinetes, armándolos primero e inyectándoles el aislante posteriormente.

La línea de inyección de espuma tiene varias estaciones idénticas donde entran los gabinetes de la refrigeradora (cajas interior y exterior) después de desplazarse desde sus áreas de fabricación y pre-ensamblaje. Una vez en la estación, el gabinete permanece en posición gracias a un molde, inyectándosele productos químicos que interactúan y se expanden llenando el espacio que separa las cajas.

- **ENSAMBLE E INSTALACION DE SISTEMAS:** Proceso en el cual se coloca las puertas a los gabinetes y se instala el sistema de refrigeración, los cuales se interconectan por medio de soldadura y a través de ellos el gas refrigerante realiza el ciclo térmico. También se instalan los controles internos que toda refrigeradora lleva, así como también el interruptor para la iluminación del interior del aparato.
- **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:** Finalmente las refrigeradoras armadas, se someten a una serie de pruebas algunas manuales y otras con equipo electrónico, orientadas a garantizar el buen desempeño de las

refrigeradoras. Entre las pruebas se tienen: detección de fugas en las secciones en que se realiza soldadura, pruebas de funcionamiento en la cual se somete la refrigeradora a uso y se monitorea las temperaturas a las cuales a sido diseñada para que opere, también se realizan pruebas eléctricas para determinar que no presenta problemas como corto circuitos o mal funcionamiento de la iluminación de la unidad.

- ➔ **EMPAQUE DE UNIDADES:** Una vez realizadas las pruebas y la verificación del correcto funcionamiento de las unidades, se colocan todos los accesorios al refrigerador y proceden a colocar el embalaje.

En el diagrama de operaciones se ubica cada uno de los procesos que se realizan en cada una de las áreas principales del proceso de fabricación, los cuales se han descrito anteriormente. (Ver figura 2.1).

2.2.1 DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA FABRICACIÓN DE REFRIGERADORAS

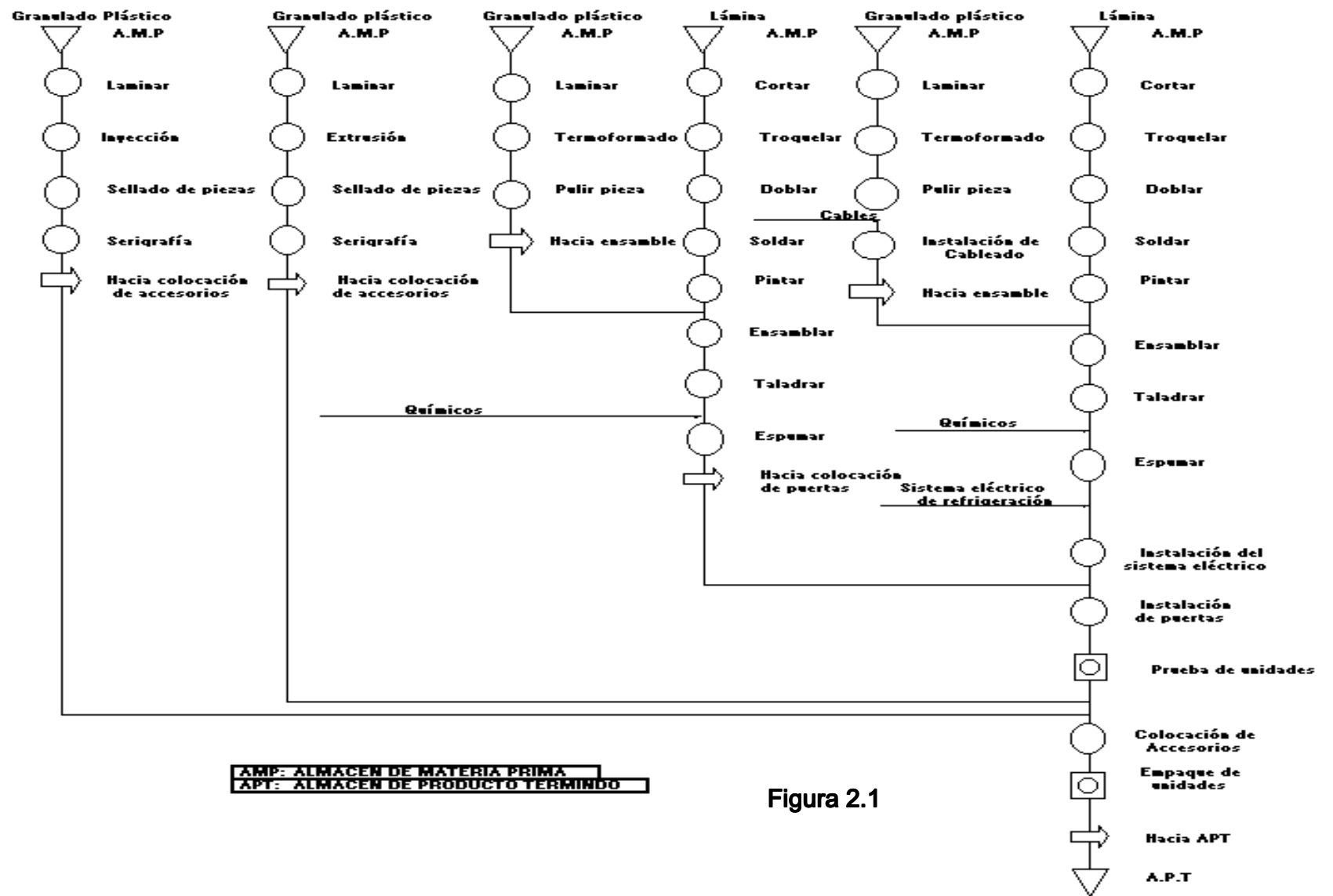


Figura 2.1

2.3 MANTENIMIENTO EN COLDNESS S. A DE C. V.

El departamento de Mantenimiento está constituido de la siguiente forma:

- Superintendente de Ingeniería de Mantenimiento que es la persona encargado de realizar toda la gestión de Mantenimiento en la Empresa.
- Supervisor de Mantenimiento de Máquinas es la persona encargada de asignar las tareas y darle cumplimiento al plan de Mantenimiento Preventivo. Este seguimiento se ve afecto por las prioridades que resulten a lo largo de la jornada de trabajo ya que cuando ocurren desperfectos se suspenden los Mantenimientos Preventivos para desarrollar los Mantenimientos Correctivos.

La parte operativa que desarrolla el mantenimiento esta formada por :

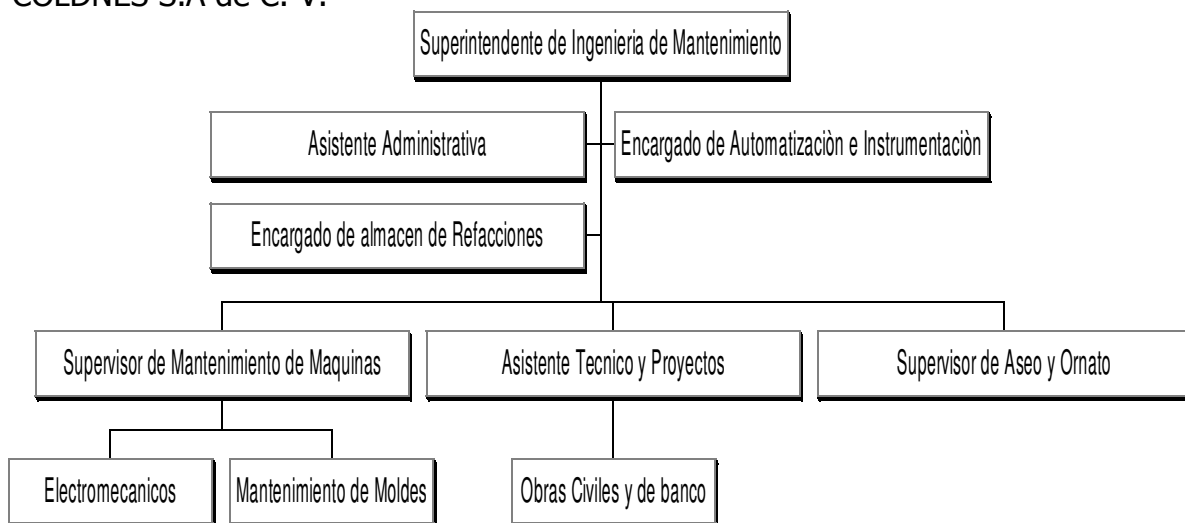
- 5 Mecánicos
 - 1 Mecánico Lubricador
 - 1 Técnico en Aire Acondicionado y Refrigeración
 - 3 Electricistas
 - 4 Electromecánicos
 - 1 Encargado de Mantenimiento de Moldes
 - 1 Encargado del Almacén de Refracciones
-
- Asistente Técnico y de Proyectos es la persona encargada de supervisar el desarrollar de proyectos tales como: Modificaciones de infraestructura, instalación de nuevas máquinas, mantenimiento a la infraestructura de la empresa, etc.

La parte operativa de esta área esta constituida por :

- 1 Albañil
- 1 Auxiliar de Obra de Banco

- El supervisor de Aseo y Ornato es la persona encargada de la limpieza de la planta desalojo de los desechos, supervisar el trabajo de la gente de la limpieza que se tiene con Outsourcing.
- Encargado de Instrumentación y Automatizaciones es la persona encargada de calibrar los instrumentos y equipos tales como: Cintas Métricas, Pie de Rey, Manómetros, Pistolas Infrarroja para medir temperatura, etc.
- La Asistente Administrativa es la encargada de realizar todas las actividades administrativas del departamento como: Control de la Ordenes de Trabajo, Cálculos de Horas Extras del departamentos, Realizar cotizaciones de Repuestos, Hacer pedidos de repuestos, etc.

La figura 2.2 muestra el organigrama del Departamento de Mantenimiento de COLDNES S.A de C. V.



Organigrama del Departamento de Mantenimiento de COLDNESS S.A. de C.V.

Figura 2.2

La empresa cuenta además con un software de mantenimiento que utiliza una base de datos, la cual señala los mantenimientos preventivos que se deben realizar para determinado periodo; en algunas ocasiones estas acciones preventivas se ven interrumpidas por actividades correctivas.

2.3.1 Maquinaria y Equipo En Estudio

La empresa ha establecido tres niveles de criticidad, de acuerdo a la demanda de los servicios de mantenimiento que presentan y la importancia que tienen dentro del proceso productivo. El estudio se centra en un grupo particular de maquinas y equipos, aquellos en los que una avería generalmente repercute claramente en la homogeneidad del proceso y puede llegar a detenerlo (clasificadas como critico 1), esta centralización es debida a que el apropiado estudio de todas las maquinas y equipos, requeriría un tiempo considerablemente superior al disponible para la elaboración del presente trabajo de graduación.

En el Cuadro 2.3. se presenta un resumen de la maquinaria y el equipo clasificado como critico 1, junto con algunas especificaciones generales.

AREA	NOMBRE	FECHA COMPRA	FASE	VOLTIOS
METALICOS	DOBLADORA LVD	30-Jun-73	3	220
METALICOS	TROQUELADORA MARK	29-Feb-80	3	220
METALICOS	DOBLADORA DE PERFIL DE GABINETES	29-Feb-80	3	220
METALICOS	DOBLADORA EN U FELDMAN	29-Feb-80	1	220
ENSAMBLE	SELLADORA DE POLIONDA	31-Dic-91	1	220
METALICOS	DOBLADORA DE PERFIL DE PUERTAS	12-Abr-99	3	220
METALICOS	TÚNEL DE FOSFATADO Y LAVADO	- -	N/A	N/A
METALICOS	CABINA DE PINTURA	31-Ene-79	3	220
METALICOS	BOMBA DE VACIO	30-Sep-93	3	220
METALICOS	CICLÓN	- -	N/A	N/A
METALICOS	PANEXOL CONTROL PISTOLAS Y ROBOTS	- -	N/A	220
METALICOS	HORNO DE TEMPLE	- -	N/A	N/A
METALICOS	PANEXOL CONTROL GRAL. DEL SISTEMA GEMA	- -	N/A	220
ENSAMBLE	CHILLER	31-Ago-81	3	220
ENSAMBLE	Espumadora p/puertas	31-Mar-92	3	220
ENSAMBLE	MAQUINA ESPUMADORA DE GABINETES	26-Abr-96	3	220
ENSAMBLE	ESTACION DE CARGA COPERNICO	22-Dic-99	3	220
ENSAMBLE	ESTACION DE TRANSFERENCIA DE R-134A	22-Dic-99	3	220
PLÁSTICOS	EXTRUSORA DE LAMINA PLASTICA	17-Dic-96	3	460
ENSAMBLE	SELLADORA DE EMPAQUES	19-Sep-94	3	220
ENSAMBLE	CUADRO DE TERMOCONTRACCION KL	02-May-02	3	220
ENSAMBLE	CUTTING AND STRIPPER MACHINE	10-Ene-02	1	120

Cuadro 2.3.

Los equipos y maquinas critico 1 existentes en la empresa, son una mezcla de diferentes edades. Para maquinaria adquirida entre los años 1973 y 1982 es de

esperar que los costos de mantenimiento tengan una tendencia a la alza a través del tiempo, debido a múltiples razones tales como la utilización de repuestos equivalentes o hechizos (cuando el fabricante ha descontinuado el modelo), deficiente mantenimiento, cumplimiento de la vida útil de las maquinas, daños provocados por el entorno, rápido desgaste de piezas, entre otros; dentro del diagrama de la tina de baño se pueden ubicar estas maquinas en un modelo que muestra una probabilidad de falla constante o ligeramente ascendente, y que en un tiempo relativamente corto se espera que terminen en una zona de desgaste u obsolescencia, según como se muestra en la Figura 2.3.

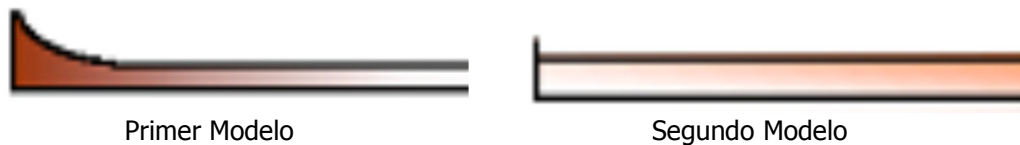
Figura 2.3

En el caso de las maquinas adquiridas entre los años 1991 y 1999, la probabilidad de falla en una tina de baño puede estar representada por dos modelos; el primero (Figura 2.4) muestra una tendencia ligeramente lineal de crecimiento en la probabilidad de falla, pero aun no se puede identificar una edad de desgaste que sea definida, es el comportamiento que se puede esperar de una maquina a la cual se le realiza solamente el mantenimiento mínimo necesario. El segundo (Figura 2.4) modelo aplicable se considera como el representativo de las maquinas que se encuentran en su periodo de vida útil, cuando la probabilidad de falla se mantiene relativamente constante a través del tiempo. Las fallas que generalmente aparecen en este tipo de modelos corresponden en su mayoría a errores humanos y fallas mecánicas causadas por mantenimientos deficientes o por piezas defectuosas; en la mayoría de los casos es posible encontrar repuestos originales usados en buenas condiciones o nuevos, que permiten mantener los equipos en condiciones optimas de operación; los equipos se encuentran en el periodo de vida útil.



Figura 2.4

Para las maquinas adquiridas entre los años 2000 y 2002, y asumiendo en todos los casos que la fecha de adquisición es relativa a la edad de la maquina, se puede suponer que las maquinas compradas en los años indicados se han de comportar bajo el modelo de alta probabilidad de fallas en la etapa de vida prematura (Figura 2.5: Primer Modelo), con una tendencia a la normalización a corto plazo; por otro lado existe la posibilidad de que las maquinas ya hayan alcanzado su periodo de vida útil, mostrando una probabilidad de falla relativamente baja y constante (Figura 2.5 Segundo Modelo). Las fallas mas comunes de la etapa de vida prematura, se pueden asociar a problemas propios de la instalación, puesta en marcha y seteo de los equipo, así como la posible impericia del personal de mantenimiento en la resolución de los problemas que las maquinas presentan.

**Figura 2.5**

2.3.2 Rutinas de Mantenimiento Preventivo.

En el Cuadro 2.4 se muestra un ejemplo de las rutinas de mantenimiento preventivo para los meses de mayo y junio.

LISTADO DE MAQUINARIA Y RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MAQUINA	ACTIVIDAD
DOBLADORA LVD	Calibración de cuchillas
	Limpieza y engrase general
	Limpieza filtro hidráulico
	Desmontaje y desarme de pistón
	Calibración de acumulador a 450 psi en movimiento
TROQUELADORA MARK	Limpieza filtro hidráulico
	Análisis de Aceite hidráulico
	Limpieza y engrase general
	Revisión de pistones
DOBLADORA DE PERFIL DE GABINETES	Mantenimiento eléctrico de panel
	Lavar con gasolina rodillos formadores
	Limpieza y revisión general
DOBLADORA EN U FELDMAN	Limpieza y revisión de unidad combinada
	Limpieza y engrase general
	Mantenimiento eléctrico de panel de control
SELLADORA DE POLIIONDA	Alineado y ajuste de mordazas
	Limpieza y revisión general
	Revisión y limpieza de dispositivos eléctricos
	Revisión y cambio de empaques a pistones
TÚNEL DE FOSFATADO Y LAVADO	Revisión y cambio de teflón
	Limpieza y orientación de boquillas de pilas
	Revisión y limpieza del túnel
CABINA DE PINTURA	Limpieza de duchas y tuberías
	Desmontaje y limpieza de banda recolectora
	Limpieza general de cabina
	Lavar cadena de banda recolectora
	Aspirado de banda recolectora
	Limpieza de filtros extractores de banda recolectora

Cuadro 2.4

LISTADO DE MAQUINARIA Y RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MAQUINA	ACTIVIDAD
CICLÓN	Revisión, limpieza de tarjeta electrónica de electro válvula
	Limpieza de filtros de ciclón
	Limpieza y revisión de electro válvulas de descarga
PANEXOL CONTROL PISTOLAS Y ROBOTS	Limpieza y Revisión eléctrica de pistolas
	Mantenimiento eléctrico de panel
HORNO DE TEMPLE	Revisión sistema de ignición
	Limpieza general de horno
	Limpieza de filtro de turbina
	Revisión Eléctrica y Limpieza
PANEXOL CONTROL GRAL. DEL SISTEMA GEMA	Mantenimiento y limpieza de panel de control
	Revisión de Electro válvulas
CHILLER	Prueba Eléctrica motor bomba de agua fría
	Prueba Eléctrica motor bomba de agua caliente
	Limpiar filtros de aire
	Revisión y limpieza de sistema eléctrico
	Limpieza filtro de isocianato
ESPUMADORA PARA PUERTAS	Limpieza general
	Revisión de Tensión de Fajas
	Limpieza filtro t poliol
	Cambio de cabezal
	Limpieza filtro de isocianato
MAQUINA ESPUMADORA DE GABINETES	Calibración válvula seguridad /acumulador
	Cambio de molde
	Revisión de orings pistola 2
ESTACION DE CARGA COPERNICO	Nivel de unidad combinada
	Nivelación de aceite de bomba
	Revisión de sensor de vacío
	Revisión de mangueras plásticas
	Revisión de orings pistola 1
ESTACION DE TRANSFERENCIA DE R-134A	Limpieza de filtro
	Nivel de unidad combinada

Cuadro 2.4 (Continuación)

LISTADO DE MAQUINARIA Y RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

BOMBA DE VACÍO	Revisión y limpieza de bomba
	Limpieza de filtro de bomba
	Limpieza de filtro de caja recolectora
DOBLADORA DE PERFIL DE PUERTAS	Lavar con gasolina rodillos formadores
EXTRUSORA DE LAMINA PLASTICA	Revisión de resistencias de placa de ruptura
	Nivelación general de unidades combinadas
	Engrase general de máquina
	Lavar tarjetas electrónicas de motores DC
	Limpieza de filtros de paneles coextruder
	Limpieza y mantenimiento eléctrico de panel coextruder 1
	Limpieza de tubería cobre DIE BRACKET
	Limpieza filtros ventilación centrífugos
	Limpieza y mantenimiento eléctrico de panel extruder
	Limpieza de filtros de paneles extruder
	Limpieza de tubería cobre GEAR PUMP
	Limpieza y mantenimiento eléctrico de panel coextruder 2
SELLADORA DE EMPAQUES	Limpieza de orificios de vacío
	Limpieza general sistema de vacío
	Revisión y ajuste de mordazas
	Revisión resistencia eléctrica brazo articulado
	Revisión Eléctrica y Limpieza de paneles
	Revisión sensores desplazamiento pistones
	Revisión de pistones, mangueras, accesorios
	Lubricación general de máquina
	Revisión de botoneras de arranque y paro
	Revisión de manguera hidráulica
	Revisión y limpieza de fotocelda
	Revisión Eléctrica de limits swith
	Revisión general sensores reductivos
	Limpieza de laminas de quemadores
	Limpieza de rejillas aire
	Limpieza de electrodos y calibración
	Revisión de porcelana y cables de electrodos
Lubricación de cadena vertical	
Lubricación de cadena horizontal	
CUTTING AND STRIPPER MACHINE	Revisión de tensión de bandas transportadora de alambre
	Limpieza superficial de equipo
	Revisión de cuchillas de corte

Cuadro 2.4 (Continuación)

2.4 ANALISIS DE RIESGOS.

La identificación y posterior evaluación de los riesgos, se ha realizado por medio de la técnica llamada "Evaluación Preliminar de Riesgo" (PHA por sus siglas en Inglés) la cual permite evaluar las actividades y tareas realizadas por el personal de mantenimiento de COLDNESS S. A de C. V. Dicho análisis permite obtener una valoración de los riesgos presentes en el desarrollo de las actividades, de acuerdo a su grado de exposición, probabilidad y consecuencia.

Esta técnica se basa en la utilización de dos herramientas:

- Formato de "Identificación General de Riesgos"
- Formato de "Evaluación de Riesgos"

Cada una de ellas será brevemente descrita en los apartados siguientes.

2.4.1 Identificación General de Riesgos:

Tiene el propósito de relacionar todas las áreas, instalaciones y puestos de trabajo de la empresa en estudio con posibilidad de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales.

El Llenado del formato (Cuadro 2.5) es realizado con la información obtenida al realizar una inspección de Identificación de Riesgos, y los seguimientos a las rutinas de mantenimiento en las máquinas.

- a) Datos de identificación.
 - Nombre de la Empresa.
 - Nombre de la máquina.
 - Nombre del área, instalación.

b) Datos de la evaluación.

➡ Fecha de realización

c) Área, instalación o puesto de trabajo.

➡ Se relacionarán la máquina específica en las cual se realiza el mantenimiento, con independencia o no de que posean riesgos identificados.

En cada fila se incluirá sólo un máquina y en cada una de las columnas numeradas, correspondientes a los diferentes riesgos, serán anotados con una cruz (X) todos los tipos de riesgos identificados que previsiblemente se puedan producir. A continuación se presenta el formato utilizado para realizar la identificación de riesgos:

IDENTIFICACION GENERAL DE RIESGOS

DATOS DE IDENTIFICACION DE LA EMPRESA														DATOS DE LA EVALUACION															
EMPRESA							ESTABLECIMIENTO							FECHA:					REALIZADO POR:										
AREA, INSTALACION O PUESTO DE TRABAJO	TIPOS DE RIESGOS																												
	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
TIPOS DE RIESGOS																													
1. Caídas a distinto nivel							12. Atrapamiento por vuelco de máquina							23. Exposición a contaminante químico							<u>Observaciones</u>								
2. Caídas al mismo nivel							13. Atropellos, golpes o choques con vehículos							24. Ruido							1 - 21 Riesgos de Accidentes								
3. Caída de objetos por desplome							14. Proyección de fragmentos o partículas							25. Vibraciones							22 - 27 Riesgos de Enfermedades Profesionales								
4. Caídas de objetos en manipulación							15. Contactos Térmicos							26. Estrés Térmico							28 - 29 Fatiga								
5. Caídas de objetos desprendidos							16. Contactos Eléctricos Directos							27. Iluminación															
6. Caídas por superficie lisa							17. Contactos Eléctricos Indirectos							28. Sobreesfuerzo físico y mental															
7. Caídas de gradas o escaleras							18. Explosiones							29. Tiempo de trabajo															
8. Choque contra objetos inmóviles							19. Incendios																						
9. Golpes contra objetos móviles							20. Derrame de químico																						
10. Golpes o cortes por objetos o herramientas							21. Electrocutación y/o descarga eléctrica																						
11. Atrapamiento por o entre objetos							22. Exposición a partículas en suspensión																						

Cuadro 2.5

La información para cada una de las áreas que rodea a la maquinaria en estudio se detalla en la sección tal del Capítulo III.

2.4.2 Evaluación de Riesgos

Para desarrollar la Evaluación de riesgos por maquina se utilizo el formato de Evaluación de Riesgos (Cuadro 2.7) . Este formato permite evaluar todas las áreas, instalaciones, o puestos de trabajo, donde se haya identificado algún riesgo. En los casos establecidos o a criterio del evaluador, se puede realizar la valoración de los riesgos identificados. Cada riesgo se valora por separado (cuantitativamente), asignando a cada uno, una calificación que se obtiene del resultado de multiplicar el grado de exposición, probabilidad y consecuencia, asignándole a cada categoría valores entre 1 y 3.

Llenado del formato.

a) Datos de identificación.

- Nombre de la empresa.
- Nombre de la máquina.
- Nombre del área, fecha de instalación.

b) Datos de la evaluación.

- Fecha.

c) Riesgos identificados.

- Se identificarán todos los riesgos que han sido constatados en la identificación

d) Evaluación del Riesgo.

En los Cuadros 2.6.A y 2 6 B, se describen las diferentes categorías utilizadas para la evaluación de los riesgos con sus respectivos valores:

➤ Grado de Exposición.

GRADO DE EXPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
ALTA	EXPOSICIÓN CONTINUA O DIRECTA	3
MEDIA	EXPOSICIÓN EVENTUAL O RARA VEZ DIRECTA	2
BAJA	EXPOSICIÓN MINIMA O INDIRECTA	1

Cuadro 2.6 A

➤ Probabilidad

Se estimará la posibilidad de que los factores de riesgo se materialicen en los daños normalmente esperables de un accidente, según la siguiente escala:

PROBABILIDAD	DAÑO	VALOR
ALTA	OCURRIRÁ CASI SIEMPRE	3
MEDIA	OCURRIRÁ EN ALGUNAS OCASIONES	2
BAJA	OCURRIRÁ RARAS VECES	1

Cuadro 2.6B

A la hora de establecer la probabilidad del daño se considerará lo siguiente:

- Si existe exposición a riesgos.
- Si las medidas de control ya implantadas son adecuadas (resguardos, EPP, etc.)
- Protección suministrada por los EPP y tiempo de utilización de los mismos.
- Si son correctos los hábitos de los trabajadores.
- Fallos en los suministros o en los componentes de los equipos, así como en los dispositivos de protección.
- Procedimiento de trabajo inseguro de las personas (errores no intencionados o violaciones de los procedimientos establecidos).

➤ Consecuencias.

La materialización de un factor de riesgo puede generar consecuencias diferentes, de acuerdo a la gravedad ocasionada por el accidente una vez ocurrido; es por ello que es necesario diferenciar 3 niveles de consecuencias, que de mayor a menor gravedad pueden describirse como de baja consecuencia, media y alta, tal como se describe en el cuadro en el Cuadro 2.6. C:

CONSECUENCIA	DAÑOS	VALOR
BAJA	Lesiones sin pérdida de la jornada laboral (ejemplos: cortaduras, magulladuras pequeñas, etc.)	1
MEDIA	Lesiones con pérdida de la jornada laboral sin secuelas o patologías que comprometan la vida (ejemplos: heridas, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, enfermedades que conducen a una incapacidad menor)	2
ALTA	Lesiones que provocan secuelas invalidantes o patologías que pueden acortar la vida. (Ejemplos: amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales y otras enfermedades crónicas)	3

Cuadro 2.6 C

➤ Valoración del Riesgo.

Para valorar adecuadamente el riesgo es necesario entonces las tres diferentes categorías de evaluación en las que la valoración del riesgo es el producto de la consecuencia por la probabilidad, multiplicado por el grado de exposición y representa la magnitud del daño que un conjunto de factores de riesgo producirá por unidad de riesgo. Se obtiene de la tabla siguiente:

Comb.	GE	P	C	PRODUCTO	VALORIZACIÓN
1	1	1	1	1	Trivial
2	1	1	2	2	Trivial
3	1	2	1	2	Trivial
4	2	1	1	2	Trivial
5	1	1	3	3	Tolerable
6	1	3	1	3	Tolerable
7	3	1	1	3	Tolerable
8	1	2	2	4	Tolerable
9	2	1	2	4	Tolerable
10	2	2	1	4	Tolerable
11	1	2	3	6	Moderado
12	1	3	2	6	Moderado
13	2	1	3	6	Moderado
14	2	3	1	6	Moderado
15	3	1	2	6	Moderado
16	3	2	1	6	Moderado
17	2	2	2	8	Moderado
18	1	3	3	9	Importante
19	3	1	3	9	Importante
20	3	3	1	9	Importante
21	2	2	3	12	Importante
22	2	3	2	12	Importante
23	3	2	2	12	Importante
24	2	3	3	18	Severo
25	3	2	3	18	Severo
26	3	3	2	18	Severo
27	3	3	3	27	Severo

Rango de Valorización del Riesgo	
Producto	Valorización
1 – 2	Trivial
3 – 4	Tolerable
6 – 8	Moderado
9 – 12	Importante
18 - 27	Severo

Donde:

- **Comb.** : Corresponde a la cantidad de combinaciones posibles.
- **GE** : Representa el valor para el Grado de Exposición.
- **P** : Indica el valor asignado a la Probabilidad.
- **C** : Corresponde al valor asignado a las consecuencias.

A continuación se presenta el formato (Cuadro 2.7) utilizado para realizar la evaluación de riesgos:

EVALUACION DE RIESGOS

DATOS DE IDENTIFICACION DE LA EMPRESA				DATOS DE LA EVALUACIÓN																
EMPRESA		ESTABLECIMIENTO		FECHA			Nº TRAB.			EXP.			SENS.							
AREA, INSTALACION O PUESTO DE TRABAJO:				EVALUACION DEL RIESGO																
Nº	RIESGOS IDENTIFICADOS	GRADO DE EXPOSICIÓN			PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			PRODUCTO		VALOR RIESGO							
		B	M	A	B	M	A	B	M	A	G	E	P	x	C	T	T _o	M	I	S
1	Caída de persona a distinto nivel																			
2	Caída de persona al mismo nivel.																			
3	Caídas por superficie lisa																			
4	Caídas de gradas o escaleras																			
5	Choque contra objetos inmóviles.																			
6	Contactos eléctricos directos.																			
7	Electrocución y / o descarga eléctrica																			
8	Exposición a Partículas en suspensión																			
9	Estrés térmico.																			
10	Iluminación																			
11	Golpes o cortaduras por objetos o herramientas.																			

Cuadro 2.7

OBSERVACIONES PARA LA EVALUACION DEL RIESGO:

Los significados de los símbolos son: B = Bajo, M = Medio, A = Alto, T = Trivial, T_o = Tolerable, M = Moderado, I = Importante, S = Severo

La información para cada una de las áreas que rodea a la maquinaria en estudio se detalla en el siguiente Capítulo.

CAPITULO III

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

El presente capítulo contiene el desarrollo de el "Diseño de un Modelo para la aplicación de las Normas de Ergonomía y Factores Humanos en la Gestión del mantenimiento". En las diferentes secciones pertenecientes a este capítulo, se consideran los elementos necesarios para conformar dicho Modelo.

En el inicio del Capítulo se muestra un flujograma de la representación general del "Modelo para la aplicación de las Normas de Ergonomía y Factores Humanos en la Gestión del mantenimiento" (Figura 3.1), elaborado con la finalidad de facilitar la comprensión del desarrollo del presente capítulo.

3.1 FLUJOGRAMA DEL MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS DE ERGONOMÍA Y FACTORES HUMANOS EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

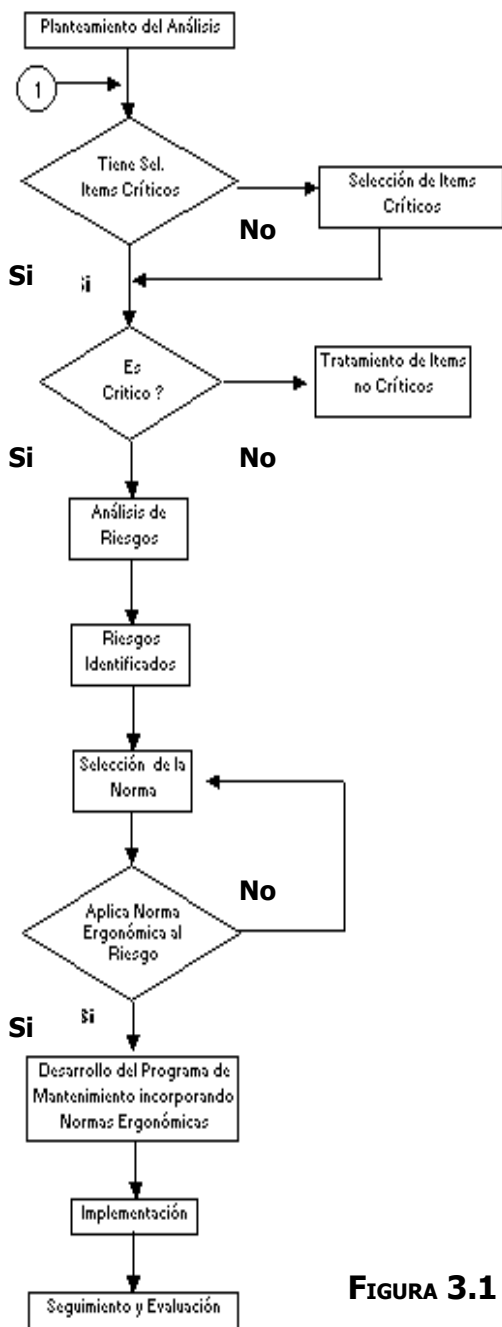


FIGURA 3.1

3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 3.2.1 Definición de Objetivos
- 3.2.2 Conformación de Equipos de trabajo
- 3.2.3 Planificación de Actividades
- 3.2.4 Definición y Selección del Sistema

3.3 DETERMINACIÓN DE LOS ITEMS CRÍTICOS

- 3.3.1 Determinación de criterios para establecer criticidad de fallo
- 3.3.2 Evaluación de Criticidad
- 3.3.3 Clasificación de Items Críticos
- 3.3.4 Tratamiento de Items No Críticos

3.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

3.5 ANÁLISIS DE MOLESTIAS MÚSCULO ESQUELÉTICAS

3.6 NORMAS ERGONÓMICAS

- 3.6.1 Listado Básico de Normas de Ergonomía Aplicables

3.7 DESARROLLO DEL PROGRAMA DE

- 3.7.1 Procedimiento de Trabajo
- 3.7.2 Tareas de Mantenimiento
- 3.7.3 Frecuencia de Actividades del Mantenimiento
- 3.7.4 Orden de Trabajo
- 3.7.5 Control de Herramientas
- 3.7.6 Capacitaciones

3.8 IMPLEMENTACIÓN

3.9 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

El diseño de un Modelo para la aplicación de Normas de Ergonomía y Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento se desarrolla teniendo de base el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC), debido a que éste permite optimizar los procesos de producción y contribuye a disminuir los riesgos sobre la seguridad del personal tanto que labora directamente con la producción como del personal encargado de dar mantenimiento, mejorando el ambiente en que se labora.

La metodología requiere inicialmente del planteamiento del análisis el cual comprende la elaboración de objetivos, la conformación del equipo que trabajará en la implementación de el modelo, la planificación de actividades y selección del sistema, como pasos iniciales para dar cumplimiento a los objetivos previamente planteados.

Una vez completada la primera etapa la empresa deberá verificar los Items críticos pertenecientes al sistema seleccionado, en el caso de que la empresa ya posea una clasificación deberá hacer una revisión de los criterios con los cuales se ha realizado la clasificación. En el caso de no ser así se debe determinar el criterio para seleccionar los Items, estos criterios pueden estar en función de la probabilidad de ocurrencia, la severidad del fallo y/o riesgos, o el impacto sobre las funciones que desempeña la maquinaria. El análisis de Modos de Fallo permitirá identificar posibles modos de fallo, visualizar los posibles efectos de los fallos, a la vez que nos permite realizar la clasificación del los Items críticos

Posterior a eso se debe realizar la evaluación de la criticidad y determinar el tratamiento que se le dará a aquellos Items no críticos.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

La etapa de Análisis y Desarrollo permite obtener la identificación y una valorización de los riesgos y los fallos. El Análisis de Riesgos se ha realizado por medio de la técnica llamada "Evaluación Preliminar de Riesgo" (PHA por sus siglas en Inglés) de análisis la cual permite un completo diagnostico de los riesgos potenciales y facilita la identificación de las causas y consecuencias.

Dentro de la etapa de Análisis y Desarrollo se presenta el Cuestionario de molestias Músculo.-Esqueléticas el cual es una herramienta de análisis ergonómica que identifica las partes del cuerpo humano en los que se presentan molestias con mayor frecuencia, y se debe realizar a las personas que se encuentran en las áreas en las cuales se ha detectado un mayor número de riesgo o en los que los riesgos identificados son severos.

Con base a la identificación de riesgos se deberá realizar una revisión de las normas ergonómicas existentes con el objeto de buscar las soluciones en base norma que permitan eliminar o minimizar los riesgos, mejorando con esto las condiciones en las que se desenvuelve el trabajador.

Finalmente se presentan los pasos básicos para realizar la implementación de un programa de mantenimiento que considere los aspectos ergonómicos y que se realice conforme a las normativas.

El seguimiento y evaluación requerirán del establecimiento de índices que permitan medir y monitorear la implementación del modelo, para lo que se recomienda la utilización de técnicas estadísticas.

Todas las etapas del diagrama serán descritas y ampliadas en las demás secciones de este capítulo.

3. 2 PLANTEAMIENTO DEL ANALISIS.

En esta etapa, la organización debe definir claramente los objetivos que desea obtener la empresa al desarrollar un Modelo que permita la implementación de Normas de Ergonomía y Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento basado en el MCC (RCM por sus siglas en ingles). También se deberá realizar la planificación de actividades, así como la formación y entrenamiento del equipo de trabajo y definir las responsabilidades que tendrá cada uno de los miembros.

Adicionalmente, con el propósito de realizar el análisis y como parte de la implementación se debe seleccionar el sistema objeto de análisis y recopilar la información que se estime necesario para el análisis (flujogramas, registros, normas ergonómicas, etc).

La dirección de la organización con el apoyo del equipo de trabajo será la responsable de realizar el análisis.

3.2.1 Definición de Objetivos

La Organización debe definir los objetivos que se persiguen con el desarrollo del modelo. El grupo de trabajo debe asegurar que los objetivos fijados sean coherentes y medibles, apegados a normas ergonómicas y a la política de calidad adoptada por la empresa que implemente el modelo, con el fin de optimizar los procesos de producción y disminuir al máximo los posibles riesgos sobre la seguridad personal y el ambiente.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

3.2.2 Conformar Equipo de Trabajo

En la implementación del modelo de mantenimiento es necesaria la participación de un equipo multidisciplinario. Aunque en teoría, toda la labor será llevada a cabo por personal de mantenimiento, en la práctica, el personal de producción conoce mejor los aspectos que conciernen al funcionamiento deseado, los efectos de los fallos de la maquinaria y equipo y las consecuencias de los mismos. Es por ello que este equipo debe ser altamente proactivo, conformado por personas de los departamentos de mantenimiento, producción y un facilitador.

El personal que forma parte del Equipo de Trabajo debe ser competente con base a la educación, formación, habilidades y experiencia apropiada. Estas personas deberán estar altamente familiarizadas con los equipos, maquinas y el proceso. La antigüedad de los miembros del grupo es menos relevante que el conocimiento de los equipos que se están estudiando. Cada miembro del grupo deberá también haber sido entrenado en MCC.

El equipo de trabajo puede estar conformado por un facilitador, Supervisor de Producción, Supervisor de Mantenimiento, Personal de Producción y Personal de Mantenimiento. A continuación describimos las labores e importancia de los miembros del equipo:

➤ **Facilitador**

Los grupos de trabajo del MCC deben trabajar bajo el asesoramiento de un especialista bien entrenado en el MCC, que se conoce como un facilitador. El

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

facilitador es la persona mas importante en el proceso de revisión de MCC. Su papel es asegurar que:

- ⇒ Se aplique correctamente el MCC
 - ⇒ Que no se ignore componentes o equipos críticos
 - ⇒ Que las reuniones progresen de forma razonable
 - ⇒ Que toda la documentación del MCC se llene debidamente
- Supervisores y Personal de Producción y Mantenimiento

Tanto los supervisores como el personal de producción y mantenimiento aportaran su experiencia y conocimiento de los equipos, procedimientos, procesos, problemas, causas y situaciones respecto del objeto de estudio.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III



Figura 3.2

3.2.3 Planificación de Actividades

El equipo de trabajo debe asumir la responsabilidad sobre la planificación de las actividades. Esta planificación debe enfocarse en la definición de los procesos necesarios para cumplir eficaz y eficientemente los objetivos planteados, definiendo a la vez responsabilidades y autoridades, procesos operativos necesarios y la definición de los recursos e información.

Entre la información necesaria para una planificación eficaz y eficiente se incluyen:

- ✓ Las estrategias de la organización
- ✓ Objetivos definidos
- ✓ Necesidades y expectativas definidas por la organización
- ✓ Conocimiento de normativas
- ✓ Datos relacionados con evaluación de riesgos y atenuación de los mismos

Se debe preparar los cronogramas de actividades y la naturaleza de dichos cronogramas dependerá de las necesidades y limitaciones, considerando reuniones quincenales, semanales o diarias, hasta completar la implementación de actividades dentro de un proceso de mejora continua.

3.2.4 Definición y Selección del Sistema

Entenderemos en este caso particular como sistema al conjunto de elementos interrelacionados y que funcionan unidos para suministrar un servicio.

Se propone los siguientes criterios para definir el sistema al cuál se le aplicará el MCC (RCM por sus siglas en ingles), éstos son:

- Sistemas con un alto contenido de tareas de Mantenimiento Planificado Preventivo (MP) y/o costes de MP.
- Sistemas con un alto número de acciones de Mantenimiento No Planificado Correctivo durante los últimos dos años de operación.
- Una combinación de los puntos anteriores.
- Sistemas con alta contribución a paradas de planta en los últimos dos años.
- Sistemas con altos riesgos con respecto a aspectos de seguridad y ambiente.
- Equipos genéricos con un alto costo global de mantenimiento.
- Sistemas donde no existe confianza en el mantenimiento existente

Una vez seleccionado el sistema se deberá realizar un Registro de cada una de las maquinas que lo componen, se debe mantener un documento con todas las maquinas existentes, registrando en él su función, marca, nombre del proveedor

que la suministro y demás datos de interés. La definición de la información contenida en el registro contribuirá a la consecución de los objetivos y deberá ser cuidadosamente seleccionada según la finalidad de los mismos.

Respecto al proceso de Recolección y uso de la información relativa al sistema seleccionado se propone:

- ✓ Recolectar los datos de forma precisa ya que la misma constituye la base para la identificación y la solución de los problemas.
- ✓ Seleccionar los indicadores (Ver ANEXO 5) más efectivos en función de los datos recolectados.
- ✓ Esquemas del sistema y/o diagramas de bloque.
- ✓ Manuales del diseño y operación del sistema. Estos deben proveer información de la función esperada del sistema y como se relaciona con otros sistemas.
- ✓ Manuales de los equipos pertenecientes al sistema.
- ✓ Datos históricos de los equipos que puedan contener la información relativa a los fallos y mantenimientos no planificados y planificados.

3.3 DETERMINACION DE LOS ITEMS CRITICOS

Una vez realizada la toma de información a través del Registro y considerando la gran cantidad de equipos que la empresa pueda poseer, será necesario que éstos equipos sean categorizados estableciendo orden de prioridad, considerando entonces a los más importantes como items críticos, lo cual permitirá identificar los equipos sobre los cuales debe concentrarse la evaluación de criticidad.

La empresa debe poseer su propia clasificación de items críticos, de acuerdo a los criterios que considere pertinentes o que satisfagan las necesidades de la misma sobre una base técnica y económica, por lo que el grupo de trabajo deberá revisar los criterios utilizados para dicha clasificación y proponer cambios en caso de ser necesario; en el caso de no tenerla será necesario determinar los criterios para selección (Probabilidad, Severidad e Impacto sobre las Funciones), y establecer los índices de gravedad que serán utilizados para la posterior evaluación de criticidad, luego se deberá clasificar los items críticos, y especificar el tratamiento que se le dará a los items no críticos.

3.3.1 Determinación de Criterios para Establecer Criticidad de Fallo.

Para la determinación de la criticidad del fallo de un equipo deben considerarse dos aspectos: su probabilidad de aparición y su severidad. La probabilidad de aparición mide la frecuencia estimada de ocurrencia del fallo considerado, mientras que la severidad mide la gravedad del impacto que ese fallo puede provocar sobre la instalación.

Si no se dispone de una base de datos fiable y eficiente para el cálculo de las probabilidades mencionadas, se puede considerar como criterio único para catalogar la criticidad de los fallos de los equipos su impacto sobre la función o funciones definidas para el sistema objeto de análisis, si bien conviene establecer las medidas adecuadas para que, en un futuro, se pudiera disponer de la información relativa al término de probabilidad, en algunos casos, puede resultar conveniente subdividir el sistema objeto de evaluación en varios subsistemas claramente delimitados para facilitar su análisis.

En el caso de que la empresa ya cuente con un listado de criticidad, tal como es el caso de la empresa en estudio, pasar a la sección 3.3.4. (Tratamiento de Items No Críticos).

3.3.2 Evaluación de Criticidad

En primer lugar, se deben determinar las funciones que debe realizar el sistema considerado dentro del conjunto de la instalación, así como sus fallos funcionales (incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado) asociados. Una vez establecido el funcionamiento deseado de cada elemento, se deberá poner un gran énfasis en la necesidad de cuantificar los estándares de funcionamiento siempre que sea posible.

Para cada uno de los fallos funcionales, se debe identificar aquellos componentes de las máquinas, cuyo fallo da lugar al fallo funcional en estudio dentro del sistema, provocando efectos mas negativos en la instalación, por lo que serán denominados "componentes críticos". Esta evaluación puede ser realizada mediante la conocida técnica de confiabilidad denominada "Análisis de los Modos de Fallo y de sus Efectos" (AMEF).

El siguiente paso deber ser la identificación de los modos de fallos que tienen mas posibilidad de causar la perdida de una función, también será importante tratar de determinar el origen de cada fallo. Mientras se identifica cada modo de fallo, se deben registrar los efectos de los fallos (lo que pasaría si ocurriera), para determinar la importancia de cada fallo, y por lo tanto qué nivel de mantenimiento

preventivo (si lo hubiera) sería necesario. Una vez determinado lo anterior, el próximo paso enmarcado en el proceso del MCC debe ser la determinación de las consecuencias de los fallos, para evaluar la necesidad de prevenirlas.

Las consecuencias de los fallos se deberán agrupar como no evidentes, seguridad y medio ambiente, operacionales y no operaciones.

➤ Consecuencias de los fallos no evidentes.

Los fallos no evidentes, no tiene impacto directo, pero exponen a la organización a otros fallos con consecuencias serias. Normalmente son los dispositivos de protección que no disponen de seguridad inherente en los equipos complejos modernos. Utilizando el MCC, se reconocen estas consecuencias como no evidentes, se les deberá otorgar una prioridad muy alta y finalmente se evalúa la atención que deberá recibir de mantenimiento.

➤ Consecuencias en la Seguridad y el Medio Ambiente.

Se deberán considerar las repercusiones que cada modo de fallo tiene sobre la seguridad de las personas (genera condiciones que pueden propiciar lesiones o muerte) y el medio ambiente (infringe las normativas relacionadas) antes de considerar la problemática de la producción.

➤ Consecuencias Operacionales.

Se debe considerar que un fallo tiene consecuencias operaciones si afecta la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costes industriales

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

en adición al coste directo de la reparación). El costo de estas consecuencias debe ser indicativo de cuantos fondos pueden ser destinados para prevenirlos.

➤ Consecuencias No Operacionales.

Se deberá considerar como consecuencias No Operacionales los fallos evidentes que no afecten la seguridad del personal ni a la producción, por lo que el único gasto directo que se deberá realizar es el de la reparación; generalmente no será necesario hacer ningún tipo de mantenimiento preventivo.

3.3.2.1 Análisis de los Modos de Fallo y de sus Efectos (AMEF)

Al efectuar el Análisis de Modos de Fallo se debe elaborar tablas o listas con los posibles fallos de componentes individuales, los modos de fallo, la detección y los efectos de cada fallo, un ejemplo de esto se muestra en el Cuadro 3.1 B.

El análisis debe establecer qué fallos individuales pueden afectar directamente o contribuir de una forma destacada al desarrollo de accidentes y/o repercusiones en el proceso productivo.

Para la correcta ejecución del método se debe disponer de listas de equipos y sistemas, conocimiento de las funciones de cada equipo, junto al conocimiento de las funciones de los sistemas en su conjunto dentro de la planta.

La última columna del Cuadro 3.1 B. se denomina índice de gravedad el cual debe describir la gravedad de posibles efectos detectados mediante valores establecidos tal como se muestra en el Cuadro 3.1 A

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

Valorización de los Índices de Gravedad

INDICE DE GRAVEDAD	VALOR
Sucesos sin efectos adversos	1
Efectos que no requieren parada del sistema	2
Riesgo de cierta importancia que requiere parada normal	3
Peligro inmediato para el personal de las instalaciones, requiere parada de emergencia	4

Cuadro 3.1 A

Análisis de Modos de Fallos y de sus Efectos (AMEF)
(Ejemplo)

FECHA:		PLANTA:		No. Pag:	
SISTEMA :		ANALISTA:			
IDENTIFICACION DEL ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	MODO DE FALLO	DETECCION	EFFECTOS	INDICE DE GRAVEDAD
1	Manguera Flexible	Agujereada	Visual	Derrame ¿Incendio?	4
		Taponada-aplastada	Visual	Falta o reducción de caudal	2
		Tipo Equivocado	Visual (Marcas)	Corrosión, rotura o contaminación	3

Cuadro 3.1 B

3.3.3 Clasificación de Items Críticos

Al utilizar el AMFE la clasificación se debe realizar en base al valor del índice de gravedad, en el caso que esta tenga los valores 3 y 4 será clasificado como Critico y se deberá pasar a la sección 3.4 (Análisis de Riesgo) del presente capitulo.

Para el caso de los otros dos valores se debe clasificar como no crítico y se deberá pasar a la sección 3.3.4 (Tratamiento de Items no Críticos)

En el caso de no utilizar AMFE se clasificará como críticos aquellos modos de fallo con consecuencias consideradas como operacionales y de seguridad y medio ambiente.

3.3.4 Tratamiento de Ítem no Críticos

Los componentes no críticos son evaluados para considerar algún otro criterio distinto de la funcionalidad de la instalación, normalmente es de carácter económico, que aconseje recomendar la aplicación de alguna tarea sencilla de mantenimiento preventivo, en vez de dejarlos operar sin mantenimiento hasta su avería.

En el sistema existen items que no son analizados, en este caso las plantas tienen un programa de mantenimiento para estos items no críticos, o realizar el mantenimiento según las especificaciones técnicas del proveedor.

3.4 ANALISIS DE RIESGOS

Para el desarrollo del Análisis de Riesgo realizado en COLDNESS S.A de C. V. se a utilizando la técnicas llamada "Evaluación Preliminar de Riesgo" (PHA por sus siglas en Inglés) la cual consta de dos herramientas : formato de Identificación General de Riesgos y el formato de Evaluación de Riesgo.

La Identificación General de Riesgos debe evaluar todas las áreas, instalaciones, o puestos de trabajo, donde se haya identificado algún riesgo. En los casos identificados o a criterio del evaluador, se realiza la valoración de los riesgos en función de la probabilidad, las consecuencias y grado de exposición. (Ver sección 3.4.1).

La Evaluación de Riesgos debe evaluar todas las áreas, instalaciones, o puestos de trabajo, donde se haya identificado algún riesgo. En los casos identificados o a criterio del evaluador, se realiza la valoración de los riesgos en función de la probabilidad, las consecuencias y grado de exposición. (Ver sección 3.4.2 y 3.4.3)

3.4.1 Identificación General de Riesgos

A continuación se presentan los Cuadros 3.2 con la información recolectada y procesada, sobre la empresa COLDNESS, S.A. de C.V. respecto a la Identificación General de Riesgos; el primero de ellos, corresponde al formato base utilizado y los subsiguientes contienen la información correspondiente al trabajo de campo.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE RIESGOS
Cuadro 3.2 (Continuación)

ANEXO 2.B IDENTIFICACIÓN GENERAL DE RIESGOS

DATOS DE IDENTIFICACION DE LA EMPRESA											DATOS DE LA EVALUACION																												
EMPRESA					ESTABLECIMIENTO						FECHA:					REALIZADO POR:																							
AREA, INSTALACION O PUESTO DE TRABAJO	TIPOS DE RIESGOS																																						
	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									
Túnel de Fosfatado y Lavado	x	x				x	x	x								x	x					x	x				x	x											
Tanques de Químicos																				x			x						x										
Espumadora Puerta											x											x																	
Selladora Empaque											x						x					x																	
Troqueladora Mark				x							x																		x										
Máquina Gemma	x		x				x	x							x							x					x												
Máquina Vvelex								x							x																								
Selladora Empaque									x	x	x				x	x						x																	
Maquina Gemita (PC)																x	x					x																	
Perfiladora Gabinete (PC)																x	x					x																	
Selladora Empaque																x	x					x	x																
Espumadora Gabinete				x	x					x																													
TIPOS DE RIESGOS																																							
1. Caídas a distinto nivel 2. Caídas al mismo nivel 3. Caída de objetos por desplome 4. Caídas de objetos en manipulación 5. Caídas de objetos desprendidos 6. Caídas por superficie lisa 7. Caídas de gradas o escaleras 8. Choque contra objetos inmóviles 9. Golpes contra objetos móviles 10. Golpes o cortes por objetos o herramientas										11. Atrapamiento por o entre objetos 12. Atrapamiento por vuelco de máquina 13. Atropellos, golpes o choques con Vehículos 14. Proyección de fragmentos o partículas 15. Contactos Térmicos 16. Contactos Eléctricos Directos 17. Contactos Eléctricos Indirectos 18. Explosiones 19. Incendios 20. Derrame de químico										21. Electrocuación y/o descarga eléctrica 22. Exposición a partículas en suspensión 23. Exposición a contaminante químico 24. Ruido 25. Vibraciones 26. Estrés Térmico 27. Iluminación 28. Sobreesfuerzo físico y mental 29. Tiempo de trabajo 30. Otros										<u>Observaciones</u> 1 - 21 Riesgos de Accidentes 22 - 27 Riesgos de Enfermedades Profesionales 28 - 29 Fatiga									

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE RIESGOS
Cuadro 3.2 (Continuación)

DATOS DE IDENTIFICACION DE LA EMPRESA														DATOS DE LA EVALUACION																									
EMPRESA				ESTABLECIMIENTO										FECHA:				REALIZADO POR:																					
AREA, INSTALACION O PUESTO DE TRABAJO	TIPOS DE RIESGOS																																						
	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									
Espumadora Puerta			x	x					x											x																			
Dobladora LVD									x	x																													
Chiller Canon															x						x																		
Cortadora Alambre EUBANKS									x	x	x											x																	
Horno y Túnel de Secado															x						x																		
Panel Control Acabado Electroestático															x						x																		
Máquina Welex															x						x		x																
Perfiladora Gabinete (PC)															x						x																		
Selladora de Polionda															x																								
Cabina de Pintura											x											x		x															
Cuadro de Termocontracción LK	x		x								x																												
Dobladora LVD											x											x																	
TIPOS DE RIESGOS																																							
1. Caídas a distinto nivel 2. Caídas al mismo nivel 3. Caída de objetos por desplome 4. Caídas de objetos en manipulación 5. Caídas de objetos desprendidos 6. Caídas por superficie lisa 7. Caídas de gradas o escaleras 8. Choque contra objetos inmóviles 9. Golpes contra objetos móviles 10. Golpes o cortes por objetos o herramientas										11. Atrapamiento por o entre objetos 12. Atrapamiento por vuelco de máquina 13. Atropellos, golpes o choques con Vehículos 14. Proyección de fragmentos o partículas 15. Contactos Térmicos 16. Contactos Eléctricos Directos 17. Contactos Eléctricos Indirectos 18. Explosiones 19. Incendios 20. Derrame de químico										21. Electrocuación y/o descarga eléctrica 22. Exposición a partículas en suspensión 23. Exposición a contaminante químico 24. Ruido 25. Vibraciones 26. Estrés Térmico 27. Iluminación 28. Sobreesfuerzo físico y mental 29. Tiempo de trabajo 30. Otros										<u>Observaciones</u> 1 - 21 Riesgos de Accidentes 22 - 27 Riesgos de Enfermedades Profesionales 28 - 29 Fatiga									

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE RIESGOS
Cuadro 3.2 (Continuación)

DATOS DE IDENTIFICACION DE LA EMPRESA											DATOS DE LA EVALUACION																												
EMPRESA			ESTABLECIMIENTO								FECHA:									REALIZADO POR:																			
AREA, INSTALACION O PUESTO DE TRABAJO	TIPOS DE RIESGOS																																						
	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									
Troqueladora Mark			X							X												X																	
Máquina Welex							X							X										X		X													
Selladora Empaque										X												X		X															
Dobladora perfil puertas										X	X																												
Túnel de Fosfatado y Lavado	X					X				X											X					X	X												
Dobladora perfil gabinetes										X	X												X																
Selladora Empaque										X												X																	
Máquina Gemma															X							X																	
Dobladora "U" Feldman											X												X																
Cabina de Pintura										X													X																
Chiller Canon															X							X																	
Espumadora Puerta																					X			X															
TIPOS DE RIESGOS																																							
1. Caídas a distinto nivel 2. Caídas al mismo nivel 3. Caída de objetos por desplome 4. Caídas de objetos en manipulación 5. Caídas de objetos desprendidos 6. Caídas por superficie lisa 7. Caídas de gradas o escaleras 8. Choque contra objetos inmóviles 9. Golpes contra objetos móviles 10. Golpes o cortes por objetos o herramientas										11. Atrapamiento por o entre objetos 12. Atrapamiento por vuelco de máquina 13. Atropellos, golpes o choques con Vehículos 14. Proyección de fragmentos o partículas 15. Contactos Térmicos 16. Contactos Eléctricos Directos 17. Contactos Eléctricos Indirectos 18. Explosiones 19. Incendios 20. Derrame de químico										21. Electrocutión y/o descarga eléctrica 22. Exposición a partículas en suspensión 23. Exposición a contaminante químico 24. Ruido 25. Vibraciones 26. Estrés Térmico 27. Iluminación 28. Sobreesfuerzo físico y mental 29. Tiempo de trabajo 30. Otros										<u>Observaciones</u> 1 - 21 Riesgos de Accidentes 22 - 27 Riesgos de Enfermedades Profesionales 28 - 29 Fatiga									

3.4.2 Evaluación de Riesgos

Al igual que en la sub-sección anterior, en los cuadros 3.3 se presenta inicialmente el formato utilizado, para mostrar posteriormente la evaluación de los riesgos encontrados en el desarrollo de las actividades de mantenimiento (Ver Rutinas de Mantenimiento Preventivo – Sección 2.3.2) en función de la probabilidad, las consecuencias y el grado de exposición.

EVALUACIÓN DE RIESGOS
(Véase archivo "Cuadro 3.3 Evaluación de Riesgos.xls")

3.4.3 Valoración de Riesgos.

Riesgos Triviales.

Los riesgos triviales son aquellos cuya probabilidad y consecuencia son bajas, y no requieren ninguna acción correctiva específica. Además, su baja probabilidad puede provocar únicamente lesiones que no acarreen pérdida de jornada laboral y ocurrirá raras veces.

Adicionalmente, posee un grado de exposición mínimo, por lo que el producto de los tres elementos es inferior o igual a 2; el grafico de valoración de riesgos (Figura 3.3) refleja que los riesgos triviales que se encuentran en un mayor número de maquinas son el Choque contra objetos móviles y la exposición a partículas en suspensión, tales como la Maquina Chiller Canon, la Estación de transferencia R-134A y el cuadro de Termocontracción LK (Cuadro 3.4).

VALOR TRIVIAL		
ID	RIESGO IDENTIFICADO	SUMA
A	Choque contra objetos móviles	5
B	Derrame de químicos	2
C	Exposición a contaminantes químicos	2
D	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	3
E	Caída de objetos en manipulación	2
F	Golpes o contactos con objetos móviles.	1
G	Contactos térmicos	1
H	Exposición a partículas en suspensión	4
I	Golpes o cortaduras por objetos o herramientas.	3
J	Atrapamiento por o entre objetos	3
K	Proyección de fragmentos o partículas.	2
		28

Cuadro 3.4

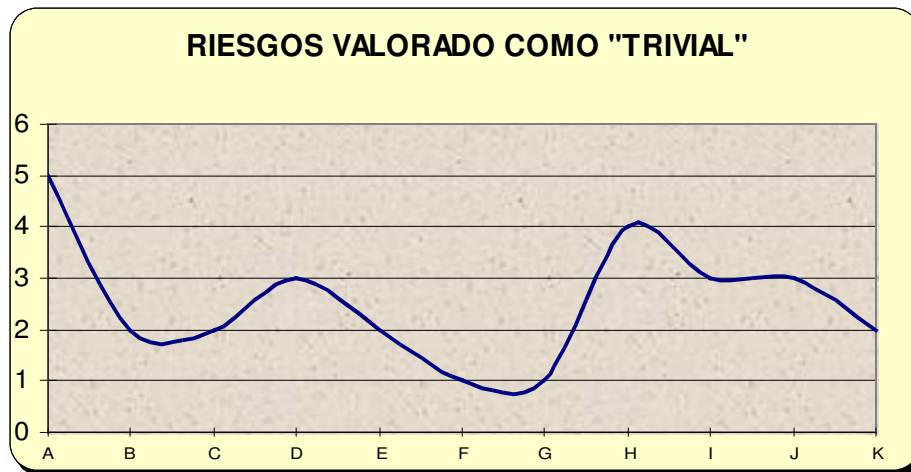


Figura 3.3

Riesgos Tolerables.

Los riesgos tolerables son aquellos en los que el producto de la probabilidad , la consecuencia y el grado de exposición se encuentra en entre 3 y 4 puntos; para este tipo de riesgo no se necesita mejorar las acciones preventivas ya existentes. Se requiere la comprobación periódica de las medidas de control para asegurar su eficacia.

Algunas de las máquinas que presentan los riesgos tolerables mas repetitivos (exposición a partículas en suspensión y golpes o cortaduras por objetos o herramientas) son el Túnel de Fosfatado y Lavado, así como la Cabina de Pintura, la perfiladora de gabinetes y la dobladora de perfil de puertas. Para ver los datos de la cantidad de veces que se repiten los riesgos tolerable, referirse al Cuadro 3.5 y a la Figura 3.4.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

VALOR TOLERABLE		
ID	RIESGO IDENTIFICADO	SUMA
A	Exposición a Partículas en suspensión	5
B	Golpes o contactos con objetos móviles.	2
C	Exposición a contaminantes químicos	1
D	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.	1
E	Iluminación	2
F	Atrapamiento por o entre objetos	2
G	Golpes o cortaduras por objetos o herramientas.	3
H	Caída de persona a distinto nivel	1
		17

Cuadro 3.5

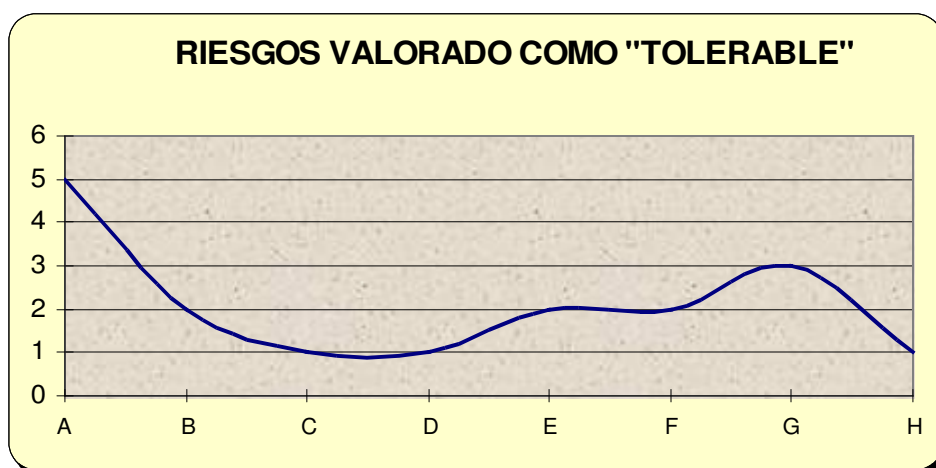


Figura 3.4

Riesgos Moderados.

Los riesgos moderados se caracterizan por tener un producto (GExPxC) ubicado entre 6 y 8 puntos. En los casos en que se presentan estos riesgos, se deberán hacer esfuerzos para reducirlos y las medidas que se tomen deberán implantarse en una periodo determinado. En COLDNESS, S.A. de C.V., los principales riesgos moderados que se presentan son atrapamientos por o entre objetos, contactos eléctricos directos y la exposición a partículas en suspensión; tales riesgos se

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

presenta en maquinas tales como la espumadora de puertas, selladora empaque, troqueladora Mark, máquina Welex y perfiladora de gabinetes, tal como se muestra en el Cuadro 3.6 y la Figura 3.5.

VALOR MODERADO		
ID	RIESGO IDENTIFICADO	SUMA
A	Atrapamiento por o entre objetos	6
B	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.	2
C	Caída de persona a distinto nivel	2
D	Caída de persona al mismo nivel.	1
E	Caídas de gradas o escaleras	2
F	Contactos eléctricos directos.	4
G	Contactos eléctricos indirectos.	1
H	Exposición a Partículas en suspensión	4
I	Golpes o cortaduras por objetos o herramientas.	1
J	Iluminación	1
K	Proyección de fragmentos o partículas.	1
		25

Cuadro 3.6

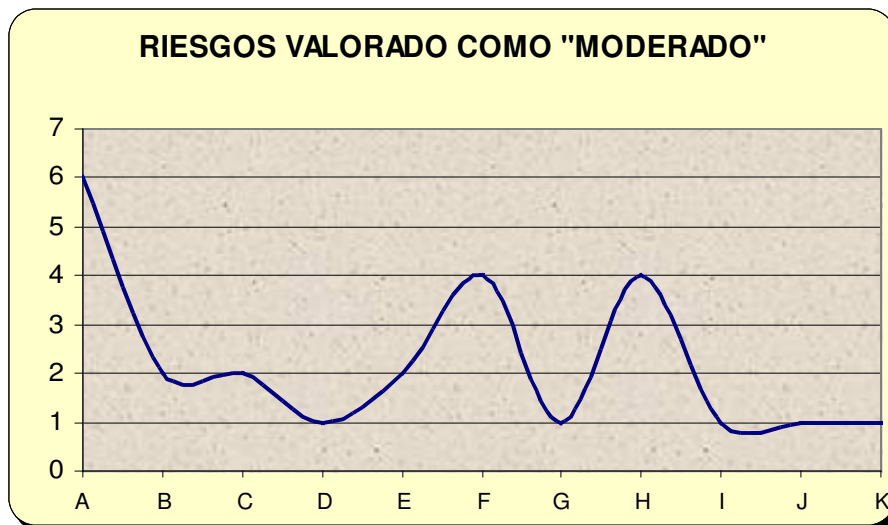


Figura 3.5

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

Riesgos Importantes.

Los riesgos importantes ($GExPxC= 9 - 12$) que se encuentran con mayor frecuencia son los contactos eléctricos directos, la exposición a partículas en suspensión y ruido. Para estos riesgos en particular, se recomienda no iniciar las actividades en los lugares de trabajo, hasta que se haya disminuido el riesgo (Cuadro 3.7).

Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se esta realizando, se deberán tomar las medidas necesarias para liquidar las operaciones en un breve plazo mientras se procede a controlar el riesgo. Algunas de las maquinas en que se han encontrado este tipo de riesgos son la espumadora de puertas, la selladora empaques, la máquina Welex, máquina Gemita. (Véase Figura 3.6)

VALOR IMPORTANTE		
ID	RIESGO IDENTIFICADO	SUMA
A	Contactos eléctricos directos.	3
B	Contactos eléctricos indirectos.	2
C	Contactos térmicos	1
D	Electrocución y / o descarga eléctrica	2
E	Estrés térmico.	2
F	Exposición a Partículas en suspensión	3
G	Golpes o cortaduras por objetos o herramientas.	2
H	Iluminación	1
I	Ruido	3
		19

Cuadro 3.7

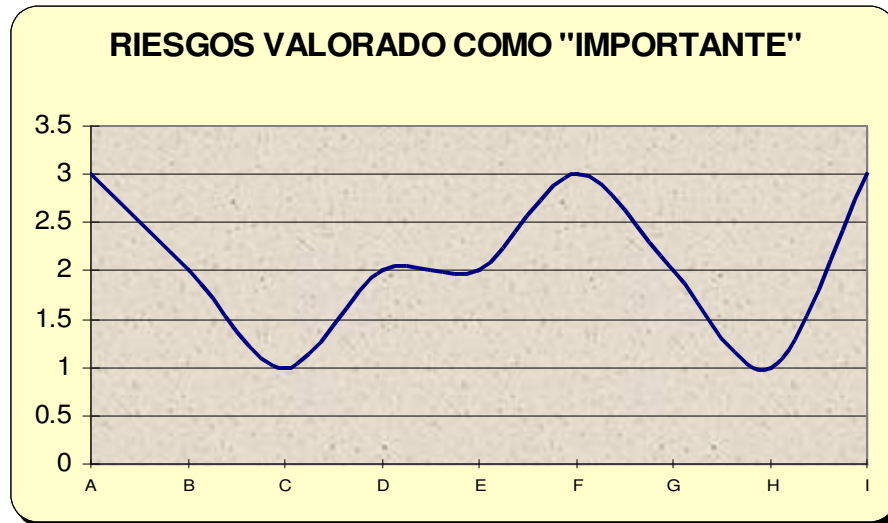


Figura 3.6

Riesgos Severos.

Las probabilidades, consecuencias y grados de exposición altos caracterizan a los riesgos severos ($GExPxC = 18 - 27$), por lo que es recomendable que no se deba continuar o iniciar un trabajo hasta que no se reduzca el riesgo. Si en algunos casos no es posible reducir el riesgo, se deberá prohibir el trabajo dentro de las posibilidades. Para el caso en estudio, los riesgos severos más encontrados son los contactos eléctricos directos y la electrocución o descarga eléctrica; otros riesgos severos encontrados son las caídas por superficies lisas, estrés térmico, la exposición a partículas en suspensión y los contactos térmicos. Algunas de las máquinas que presentan riesgos críticos son el túnel de fosfatado y lavado, la selladora empaque, la máquina Welex, máquina dobladora LVD y el cuadro de Termocontracción. (Véase Cuadro 3.8 y Figura 3.7)

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

VALOR SEVERO	
RIESGO IDENTIFICADO	SUMA
Contactos eléctricos directos.	6
Electrocución y / o descarga eléctrica	9
Caídas por superficie lisa	1
Exposición a partículas en suspensión	1
Estrés térmico	1
Contactos térmicos	1
	19

Cuadro 3.8

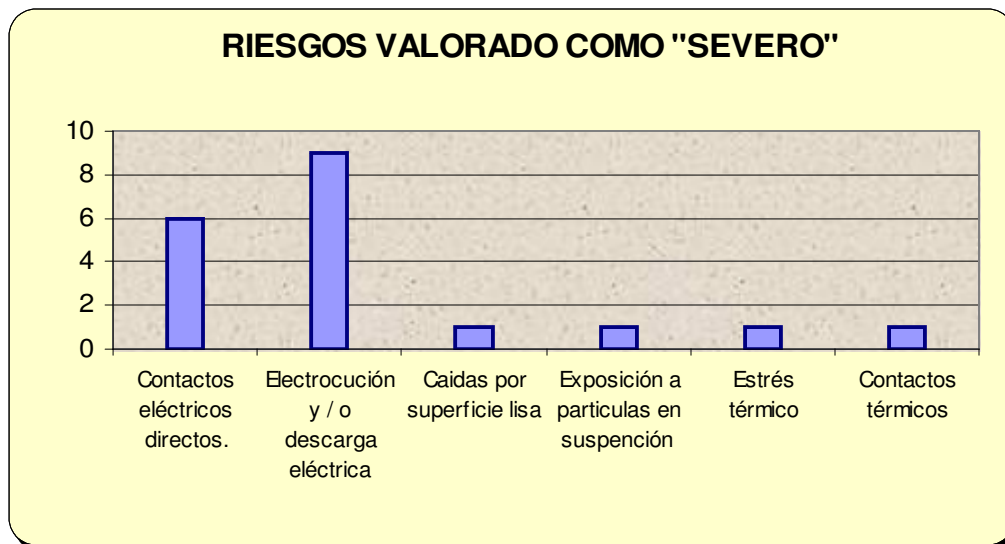


Figura 3.7

De la cantidad total de riesgos encontrados, el mayor porcentaje corresponde a los riesgos triviales, seguidos de los riesgos moderados. Es de hacer notar que los riesgos severos e importantes tienen un porcentaje mayor de aparición en máquinas, que los riesgos tolerables lo que indica que se deberán hacer esfuerzos al interior de la empresa en estudio para cambiar esta condición, considerando primordialmente la eliminación de las partículas en suspensión y los contactos eléctricos directos (la Figura 3.8 muestra el porcentaje de la cantidad de máquinas

en las que se presentan los riesgos). Por otro las actividades de mantenimiento que se realizan en la maquina Welex, el túnel de fosfatado y lavado, la selladora empaques, la espumadora de puertas, el cuadro de Termocontracción y la máquina dobladora LVD deberán ser estudiadas a fondo para realizar cambio orientados a la reducción en la repetitividad de la aparición de riesgo, tanto importantes, como moderados y severos.

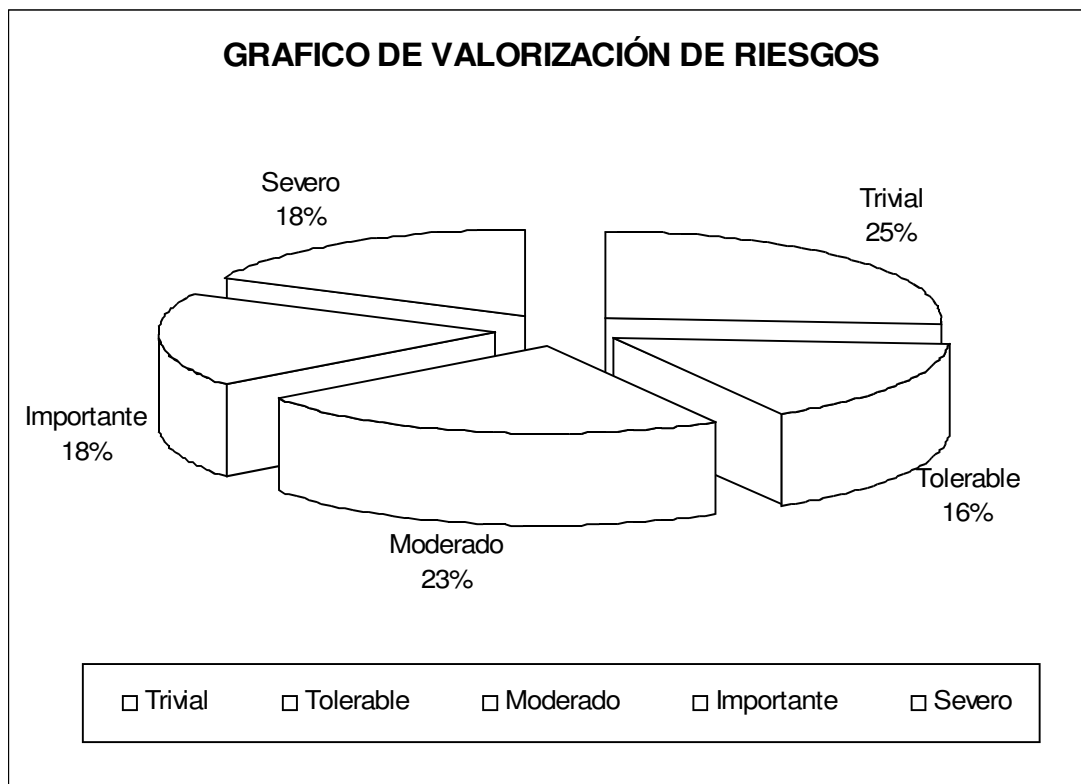


Figura 3.8

3.5 ANÁLISIS DE MOLESTIAS MÚSCULO-ESQUELÉTICO

Se debe realizar un análisis de molestias músculo-esqueléticas con el fin de identificar las partes del cuerpo humano en las que se presenta un mayor numero de molestias causadas por el tipo de trabajo desarrollado.

Una vez identificadas las molestias se debe realizar un análisis para identificar las posibles causas o factores de riesgo (físico, organización, entorno de trabajo otros) un ejemplo de estos factores se muestran en el Cuadro 3.9. Éste análisis puede hacerse por medio del diagrama causa y efecto.

<p><u>Factores de riesgo físico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Manipulación manual de cargas, - Posturas forzadas, - Movimientos repetidos, - Aplicación de fuerzas excesivas, - Vibraciones, etc. 	<p><u>Factores de organización del trabajo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ritmo alto de trabajo, - Falta de autonomía, - Falta de pausas, - Trabajo monótono y repetitivo, etc.
<p><u>Factores del entorno de trabajo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura, iluminación, etc., - Mal diseño del puesto de trabajo. 	<p><u>Otros factores de riesgo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - La "doble jornada" por el trabajo doméstico.

Cuadro 3.9

Todo este análisis se debe realizar con el fin de implementar acciones de tipo preventivas y correctivas que mejoren las condiciones físicas del empleado y su eficiencia laboral.

3.6 NORMAS ERGONOMICAS

Una vez identificados los riesgos presentes así como los modos de fallos se debe realizar un análisis de las normativas ergonómicas existentes en busca de aquellos elementos que brinden información y parámetros para mejorar las condiciones actuales.

Para el caso de COLDNESS S.A. de C.V el enfoque se ha hecho sobre la Ergonomía Ambiental, la cual estudia las condiciones físicas que rodean al ser humano (estrés térmico, nivel de ruido, iluminación, etc.) y la Ergonomía Preventiva, que trabaja en íntima relación con las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las área de trabajo.

Con base en las normas ergonómicas aplicables a la mejora de los riesgos y la influencia que estos puedan tener en la criticidad de los componentes identificados del sistema, se deberá definir y/o modificar los programas y las tareas de mantenimiento de modo que colaboren a alcanzar un desarrollo optimo del mantenimiento en la empresa.

A continuación se muestra el "Listado Básico de Normas Ergonómicas Aplicables" (Cuadro 3.10) de acuerdo a los riesgos identificados en las áreas críticas de COLDNESS, S.A. de C.V. En dicho listado se presenta únicamente la norma aplicable y las secciones mas relevantes de ellas, que posteriormente serán descritas en la sección 3.6.2 "Resumen Traducido de las Secciones de Norma OSHA 1910 Aplicables", con el objeto de que sirvan como una guía inicial a aquellos que no tienen conocimiento de las normas ergonómicas. El ANEXO 3 se

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

presenta el listado completo del contenido de la Norma OSHA 1910 en su idioma original.

3.6.1 LISTADO BASICO DE NORMAS ERGONOMICAS APLICABLES

(Ver archivo anexo "Cuadro 3.4 Listado Básico de Normas Ergonómicas Aplicables (Págs. 105-112)

3.6.2 Resumen Traducido de las Secciones de Norma OSHA 1910 Aplicables.

La traducción realizada no es textual en la mayoría de los casos y contempla únicamente aquellas secciones mencionadas en el "Listado Básico de Normas Ergonómicas Aplicables", aunque se mantiene la numeración originalmente encontrada en la norma en referencia.

1910.95 Exposición a Ruido Ocupacional

1910.95(b)(1)

Cuando los empleados estén sujetos a sonidos que exceden a aquellos listados en la tabla G-16 de la presente norma, controles factibles administrativos o de ingeniería deberán ser utilizados. Si tales controles fallan en reducir los niveles de sonido hasta los indicados en la tabla G-16, deberá proveerse a los empleados de equipo de protección personal...

1910.95(b)(2)

Si las variaciones en el nivel de ruido incluyen un intervalo máximo de 1 segundo o menos, se deberán considerar continuos.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

Tabla G-16 – EXPOSICION PERMISIBLE AL RUIDO

Duración por día, horas | Nivel de Sonido (dB)

8.....	90
6.....	92
4.....	95
3.....	97
2.....	100
1 1/2	102
1.....	105
1/2	110
1/4 or less.....	115

Cuando la exposición diaria al ruido esta compuesta por 2 o más periodos de ruido a diferentes niveles, su efecto combinado deber ser considerado, en lugar del efecto combinado de cada uno...

1910.95(d)

Monitoreo.

1910.95(d)(1)

Cuando la información indique que la exposición de cualquier empleado al ruido es igual o excede un tiempo de 8 horas a un promedio 85 decibeles, el empleador deber desarrollar e implementar un programa de monitoreo.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

1910.95(g)(8)(ii)(A)

Empleados que no utilizan protectores auditivos (en áreas que lo requieran) deberán ser proveídos de ellos, entrenados en su uso y cuidado, y requerirles que los usen.

1910.95(g)(8)(ii)(B)

Empleado que ya utilizan protectores auditivos deberán ser reentrenados en el uso de protectores auditivos y proveerles protectores auditivos que ofrezcan una mayor atenuación del ruido si es necesario.

1910.95(i)(1)

Los empleadores deberán hacer disponibles los protectores auditivos a todos los empleados expuestos a 8 horas de ruido a un promedio de 85 decibles o superior, sin costo para el empleado...

1910.95(i)(3)

Los empleados deberán tener la oportunidad de seleccionar sus protectores auditivos de entre una variedad provista por el empleador.

1910.95(i)(4)

El empleador deberá proveer entrenamiento en el uso y cuidado de todos los protectores auditivos proveídos a los empleados.

1910.95(i)(5)

El empleador deberá asegurarse de la utilización inicial y la supervisión del correcto uso de los protectores auditivos.

1910.133 Protección de cara y ojos

1910.133(a) Requerimientos Generales

1910.133(a)(1)

Los empleadores deberán asegurarse de que cada empleado use la apropiada protección de ojos y cara cuando se encuentren expuestos a riesgos para los ojos y cara por partículas volando, metal fundido, químicos líquidos, ácidos o soda cáustica líquida, gases químicos o vapores, o cualquier radiación de luz potencialmente peligroso.

1910.133(a)(3)

El empleador debe asegurarse de que cada empleado que use lentes prescritos por un medico mientras realiza operaciones que involucran riesgos para los ojos, use protección de ojos que incorpore la graduación prescrita en su diseño, o utilice protección de ojos que pueda ser utilizado sobre los lentes graduados, sin afectar la adecuada posición de los lentes, tanto los graduados como los protectores.

1910.133(a)(5)

Los empleadores deben asegurarse de que cada empleado use equipo con lentes filtro incorporando con el numero apropiado de sombra para proteger los ojos cuando se realizan trabajos en que se esta expuesto a radiaciones luminosas...

1910.133(b)

Criterio para dispositivos de protección de ojos y cara.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

1910.133(b)(1)

Equipo de protección de ojos y cara comprados después del 5 de Julio de 1994, deberán cumplir con la norma ANSI Z87.1-1989, "Practica Estándar Nacional Americana para Protección Ocupacional y Educacional de Ojos y Cara", que es incorporada por referencia como se especifica en la sección 1910.6 de la norma OSHA 1910.

1910.133(b)(2)

Equipos de protección de ojos y cara comprado después del 5 de julio de 1994, deberán cumplir con la norma ANSI Z87.1-1968 "USA Estándar para la protección Ocupacional y Educacional de Ojos y Cara", la cual es incorporada por referencia como se especifica la sección 1910.6 de la norma OSHA 1910, o deberá demostrar el empleador que es igualmente efectivo.

1910.134 Protección Respiratoria.

1910.134(a)(1)

En el control de aquellas enfermedades ocupacionales causadas por respirar aire contaminado con polvo, gases, humo, sprays, vapores, partículas o nieblas, el objetivo principal deberá ser prevenir la contaminación atmosférica. Esto deberá ser cumplido tanto como sea posible por el uso de medidas de control de ingeniería aceptadas (por ejemplo: el confinamiento de la operación, ventilación general o local, sustitución por materiales menos tóxicos) Cuando es posible implementar controles de ingeniería efectivos, o mientras son implementados, respiradores adecuados deberán ser utilizados.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

1910.134(a)(2)

Respiradores deberán ser proveídos por el empleador cuando tales equipos sean necesarios para proteger la salud del empleado. El empleador deber proveer los respiradores que apliquen y sean adecuados para el propósito determinado. El empleador deberá ser responsable del establecimiento y mantenimiento de un programa de protección respiratoria, el cual deberá incluir los requerimientos indicados en el párrafo (c) de la norma 1910.134.

1910.134(d)

Selección de respiradores. Este párrafo requiere al empleador la evaluación de los riesgos respiratorios en el lugar de trabajo, identificar los lugares de trabajo relevantes y los factores del usuario, y seleccionar un respirador de acuerdo a esos factores, El párrafo también especifica los respiradores protectores adecuados para el uso en atmósferas inmediatamente peligrosas para la vida y la salud...

1910.134(d)(1)

Requerimientos Generales.

1910.134(d)(1)(iii)

El empleador deberá identificar y evaluar los riesgos respiratorios en el lugar de trabajo; esta evaluación deberá incluir una estimación razonable de los riesgos respiratorios a los que se encuentran expuestos los empleados y una identificación del estado químico y la forma física de los contaminantes. Cuando el empleador no pueda identificar o estimar razonablemente la exposición del empleado, deberá considerar la atmósfera como inmediatamente peligrosa para la vida y la salud.

1910.135 Protección de la cabeza.

1910.135(a)

El empleador debe asegurarse de que cada empleado afectable utilice un casco de protección cuando trabaje en área en las que existe un daño potencial a la cabeza por la caída de objetos.

1910.135(a)(2)

El empleador deber asegurarse de que el casco protector este diseñado para reducir los riesgos de choque eléctrico y de que sea usado por los empleados cuando se encuentren cerca de conductores eléctricos expuestos que podrían entrar en contacto con la cabeza.

1910.135(b)(1)

Los cascos protectores comprados después del 5 de julio de 1994, deberán cumplir con la norma ANSI Z89.1-1986, "Estándar Americano Nacional de Requerimientos para la Protección Personal de la Cabeza para los Trabajadores Industriales", la cual es incorporada por referencia en la sección 1910.6 de la norma OSHA 1910, o en su defecto se deberá demostrar que es igualmente efectivo.

1910.136 Protección Ocupacional del Pie.

1910.136(a)

Requerimientos Generales. El empleador debe asegurarse de que cada empleado use calzado de protector cuando trabaje en áreas en las que existe riesgo de lesiones en el pie debido a la caída o giro de objetos, o cuando los pies de los empleados estén expuestos a riesgos eléctricos.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

1910.136(b)

Criterio para el calzado de protección

1910.136(b)(1)

El calzado de protección comprado después de julio 5 de 1994, deberá cumplir con la ANSI z41-1991, "Estándar Nacional para el Calzado de Protección Personal", incorporada por referencia como se especifica en la sección 1910.6 de la norma 1910, o deberá demostrar el empleador que son igualmente efectivos.

1910.138 Protección de Manos.

1910.138(a)

Requerimientos Generales. Los empleadores deben seleccionar y requerir a los empleados el uso de la adecuada protección de las manos cuando las tengan expuestas a riesgos tales como aquellos relacionados a la absorción a través de la piel de sustancias peligrosas; cortes severos o laceraciones, abrasiones severas, quemaduras químicas, quemaduras por contacto térmico, y dañinas temperaturas extremas.

1910.138(b)

Selección. Los empleadores deberán basar la selección de la adecuada protección de las manos en una evaluación de las características de la actividad a ser desarrollada, condiciones presentes, duración del uso de la protección de las manos y los riesgos actuales y potenciales identificados.

1910.147 Control de Energías Peligrosas (Bloqueo y Enviñetado)

1910.147(a)(1)(i)

Este estándar cubre el servicio y mantenimiento de maquinas y equipos en los cuales una energización inesperada o arranque de las maquinas o equipos, o liberación de energía almacenada podría causar danos a los empleados. Este estándar establece el mínimo requerido para el control de tales energías peligrosas.

1910.147(a)(2)

Aplicación

1910.147(a)(2)(ii)

El servicio y/o mantenimiento que toman lugar durante operaciones normales de mantenimiento están cubiertos por este estándar solamente sí:

1910.147(a)(2)(ii)(A)

Un empleado es requerido para remover o bypass guarda o cualquier otro dispositivo de seguridad, o

1910.147(a)(2)(ii)(B)

Un empleado es requerido para colocar cualquier parte de su cuerpo en un área dentro de una maquina o pieza de equipo en la que se esta desarrollando trabajo actualmente (punto de operación) o adonde existe una zona de riesgo asociado durante el ciclo operativo de una maquina.

1910.147(a)(3)

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

Propósito.

1910.147(a)(3)(i)

Esta sección requiere a los empleadores el establecimiento de un programa y la utilización de procedimientos para fijar y bloquear apropiadamente dispositivos o enviñetar dispositivos, en caso contrario se deberán deshabilitar maquinas y equipos para prevenir energizaciones inesperadas, arranque o liberación de energía almacenada para prevenir danos a los empleados.

1910.147(c)(2)

Bloqueo/Enviñetado

1910.147(c)(2)(i)

Si un dispositivo energizado no es bloqueable. Deberá utilizarse un sistema de enviñetado o rotulación.

1910.147(c)(2)(ii)

Si un dispositivo energizado es bloqueable deberá ser bloqueado, a menos que el empleador pueda demostrar que la utilización de un sistema de enviñetado proveerá una protección completa al empleado

1910.147(c)(4)

Procedimiento para el control de la energía

1910.147(c)(4)(i)

Procedimiento deberán ser desarrollados, documentados y utilizados para el control de riesgos potenciales relacionados a la energía cuando los empleados se ven involucrados en actividades cubiertas por esta sección (1910.147)

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

1910.147(c)(5)

Hardware y Materiales Protectores

1910.147(c)(5)(i)

Bloqueos, viñetas, cadenas, o cualquier otro hardware deberá ser provisto por el empleador para aislar, asegurar y bloquear maquinas o equipos de las fuentes de energía.

1910.147(c)(5)(ii)

Dispositivos de bloqueo y enviñetado deberán ser identificados singularmente; deberán ser los únicos dispositivos usados para el control de la energía; no deberán ser usados para otro propósito.

1910.147(e)(2)

Empleados.

1910.147(e)(2)(i)

El área de trabajo deberá ser revisada para asegurarse que todos los empleados han sido seguramente ubicados o removidos.

1910.147(e)(2)(ii)

Después de remover un bloqueo o viñeta y antes de arrancar una maquina o equipo, los empleados afectables deberán ser noticiados...

1910.212 Requerimientos Generales para Todas las Maquinas.

1910.212(a)

Guardas para Maquinas.

1910.212(a)(1)

Tipos de guardas. Uno o más métodos para guardas de maquinas deberán ser proveídos para proteger al operador y otros empleados en el área de la maquina de riesgos tales como aquellos existentes en el punto de operación, partes rotativas, chispas.

1910.212(a)(2)

Requerimientos generales para guardas de maquinas. Las guardas deberán estar fijadas a la maquina y deben ser de tal tipo que no ofrezcan una riesgo de accidentes por sí mismas.

1910.242 Equipos y Herramientas Eléctricas Manuales y Portables.

1910.242(a)

Requerimientos Generales. Cada empleador debe ser responsable por la segura condición de herramientas y equipos usados por los empleados, incluyendo herramientas y equipos.

1910.242(b)

Aire Comprimido usado para la limpieza. Aire comprimido no deberá ser usado para propósitos de limpieza excepto cuando se ha reducido a menos de 30 PSI. y se usa con efectivas guardas y equipo de protección personal.

1910.243 Guardas de Herramientas Eléctricas Portables.

1910.243(a)(1)(i)

Todas las cortadoras circulares portables con una hoja mayor a 2 pulgadas de diámetro deberán ser equipadas con guardas cuando la herramienta es liberada del trabajo, la guarda inferior deberá automática e instantáneamente regresar a la posición de cobertura.

1910.243(a)(2)

Stwitches y Controles.

1910.243(a)(2)(ii)

Herramientas energizadas deberán estar equipadas de manera que puedan ser apagadas con un movimiento del mismo dedo o dedos que la encendieron.

1910.243(a)(2)(iv)

El control operacional de las herramientas energizadas deberá ser localizado para minimizar la posibilidad de operación accidental, si tal operación accidental constituyera un riesgo para el empleado.

1910.243(a)(5)

Aterrizado. Herramientas portables eléctricas deberán estar de acuerdo a los requerimientos de la subparte S de la norma 1910.

3.7 DESARROLLO DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Se debe entender un programa de mantenimiento como un conjunto de trabajos, inspecciones y pruebas, con el objeto de establecer un diagnóstico lo más exacto y fiable posible de las condiciones tanto eléctricas como mecánicas de los diferentes componentes activos y no activos de la maquinaria.

El programa de mantenimiento debe partir de las necesidades de producción y determinar para cada uno de los equipos o instalaciones las necesidades de disponibilidad individual de los tiempos de que se dispone para realizar mantenimiento sobre los mismos. Se debe analizar por tanto, la participación de cada equipo y maquinaria en el proceso productivo, su posibilidad de ser suplido en su función por otro equipo en caso de averías y el perjuicio que puede ocasionar un paro súbito, por otro lado se debe considerar los costes que suponen las averías y los riesgos económicos de un deterioro grave.

Con todo ello se debe establecer un programa adecuado a la circunstancia individual de cada uno de los equipos definiendo el tipo de mantenimiento más adecuado a cada uno de los equipos, el cual deberá estar detallado en ordenes de trabajo en las cuales se especifique además el tipo de riesgo asociado al mantenimiento definido y las precauciones en base a normas que deberán ser tomadas en cuenta al desarrollar la actividad.

Los procesos cambian con el tiempo por lo que será necesario actualizar y mejorar permanentemente el programa de mantenimiento. En el Cuadro 3.11 se presenta un resumen de los elementos principales que deben ser considerados al desarrollar un programa de mantenimiento.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

Esquema General de un programa de mantenimiento.

PLANIFICACIÓN Y CONTROL	Planificación y Control de las tareas de Mantenimiento	Visualización de las actividades a realizarse de manera jerárquica, preparar o definir procedimientos de trabajo y control.
		Agrupar las tareas de mantenimiento que se efectúan dentro de un proceso específico o línea de producción.
		Determinación de la frecuencia de realización de las tareas y posibles riesgos asociados.
		Generación de ordenes de trabajo preestablecidas periódicas, que incluyan las precauciones y procedimientos en base a norma que permitan prevenir riesgos laborales. .
	Estimación del inventario de repuestos, presupuesto del gasto de mantenimiento y disponibilidad del equipo	Determinación de un stock de repuestos para un periodo determinado.
		Determinar el presupuesto del gasto de mantenimiento en el periodo determinado. (Las actividades a realizarse en el periodo, guardan el registro de los costo de repuestos, mano de obra, materiales y servicios subcontratados a utilizarse.)
		Registrar los tiempos de paro de un proceso específico o sección en un tiempo dado, para medir la disponibilidad de un equipo o maquina.
	Control de Costos	Generar y controlar los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, considerando como variables los costos de mano de obra, materiales, repuestos y servicios subcontratados para cada tarea, equipo o maquina y proceso productivo.
		Determinar costos por hora de cada empleado de mantenimiento.
	Control de herramientas y Equipo de Protección Personal (EPP)	Registrar y controlar la ubicación y estado de las herramientas disponibles (Véase ANEXO 5 .)
Controlar el uso obligatorio y estado del EPP (Véase ANEXO 6)		
IMPLANTACIÓN	Generación del catalogo técnico de los equipos y maquinas	Organización y clasificación de los equipos
		Estructurar las maquinas en sistemas, subsistemas de manera jerárquica.
		Asignación de actividades de mantenimiento a los equipos o parte de un subsistema.
	Registro de los recursos necesarios para la realización de las actividades (mano de obra, materiales, repuestos, servicios subcontratados y herramientas).	
Relacionar los equipos y maquinas con sus tareas a una ubicación en la planta	Vincular la información de las tareas de los equipos a los procesos de la planta en donde están ubicados.	
	Generar un inventario por minorizado de todos los equipos instalados por secciones y procesos de producción.	
EJECUCIÓN	Actividades	Crear y autorizar ordenes de requisición de materiales y repuestos desde la bodega
		Asignación de las ordenes de trabajo al personal propio y subcontratado
		Asignación de las herramientas al personal
		Realización de las actividades

Cuadro 3.11

3.7.1 Procedimientos de Trabajo

Los procedimientos deben optimizar la eficiencia de la mano de obra dedicada al mantenimiento, permitiendo eliminar los errores en al realización de las actividades, preparar bien los trabajos planificando la utilización de los recursos y coordinando la intervención de los distintos servicios en un mismo trabajo, con la consiguiente economía de medios e incorporación de normas ergonómicas, permitiendo mejorar en el futuro los rendimientos mediante la incorporación a estos procedimientos de los datos extraídos de la experiencia.

La preparación de estos procedimientos se debe hacer extensivo a los trabajos habituales de mantenimiento sobre todo a los mas complejos y revisarse tras cada intervención para introducirle las mejoras que se vayan detectando.

3.7.2 Tareas de Mantenimiento

Las tareas de mantenimiento usadas en el RCM, deben cumplir con dos requisitos:

- 1) Aplicabilidad.
- 2) Efectividad.

La aplicabilidad: una tarea de mantenimiento es aplicable, cuando esta puede eliminar una falla, o reducir la probabilidad de ocurrencia hasta un nivel aceptable, reduciendo el impacto de las fallas.

La efectividad: significa que el costo de las tareas de mantenimiento debe ser menor que los costos de las fallas.

Las tareas de Mantenimiento deben cumplir estos dos requisitos y a la vez estar conforme a las normativas de Ergonomía y Factores Humanos.

3.7.3 Frecuencia de Actividades de Mantenimiento.

La frecuencia se establece de acuerdo a las especificaciones del fabricante y el historial de fallas y mantenimientos correctivos realizados, la importancia dentro del proceso productivo, entre otros.

La frecuencia de las actividades de mantenimiento puede ser incrementada o reducida dependiendo de la observación y la experiencia. Es una buena práctica seguir las especificaciones del fabricante respecto a inspecciones y mantenimiento hasta que se acumule el conocimiento suficiente que permita modificar estas prácticas con base en la experiencia.

3.7.4 Orden de Trabajo

La Orden de Trabajo (OT) o datos relativos a las actividades desarrolladas por el personal de ejecución de mantenimiento, debe incluir el tipo de actividad a realizar, su prioridad, falla o el defecto encontrado y cómo fue reparado, duración de la operación, los recursos humanos y materiales utilizados. (Véase Cuadro 3.12)

La organización debe incluir en sus ordenes de trabajo la descripción de las condiciones de operación de las maquinarias y equipo (tales como voltaje, corriente, etc.) así como los riesgos asociados al realizar la operación, los Equipos de Protección Personal que debe utilizar las personas de forma obligatorios para realizar los mantenimientos y las recomendaciones de seguridad previas que le permitan al personal de mantenimiento comenzar su trabajo fuera de peligro como: Desenergizar el sistema, liberar presión acumuladas en la máquinas, sujetar las partes rotativas utilizando pernos o palancas, etc.

Además debe especificar la duración de la actividad, el tipo de mantenimiento (correctivo, emergencia, preventivo, Predictivo, etc.). A continuación se presenta un ejemplo de orden de trabajo.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

Cuadro 3.12 Ejemplo de Orden de Trabajo

Inserte el Logo de su Empresa

Nombre de la Empresa

Unidad Operativa

Orden de Trabajo

Orden de Trabajo N°:		Fecha de Inicio:	
		Fecha Finalización:	

Tipo de 132ontinuac:	<input type="checkbox"/> Correctivo	<input type="checkbox"/> Emergencia	<input type="checkbox"/> Preventivo	<input type="checkbox"/> Predictivo	<input type="checkbox"/> Otro
-----------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

Equipo:	
N°	

Especialidad 132ontinuac:	<input type="checkbox"/> Técnico	<input type="checkbox"/> Inspector	<input type="checkbox"/> Oficial	<input type="checkbox"/> Operario
Cantidad:				

Cuadrilla:	<input type="checkbox"/> Eléctrico	<input type="checkbox"/> Mecánico	<input type="checkbox"/> Electrónico	<input type="checkbox"/> Otro

Herramientas Utilizadas:				
Cantidad:				

132ontinuació:	<input type="checkbox"/> Viaje Ida y Vuelta al Lugar	<input type="checkbox"/> Realizar Actividad	<input type="checkbox"/> Realizar Informe y Registrar
Tiempos:			

132ontinuac ió de la 132ontinuac :	
---	--

Nota Importante: Al realizar las tareas encomendadas en la presente Orden de Trabajo deberá tener en cuenta las condiciones de 132ontinuac descriptas a 132ontinuación que correspondan al caso.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

Riesgos	Precauciones	Norma Aplicable
Precauciones Preliminares		
Riesgo Mecánico		
Riesgo Ergonómicos		
Riesgo de trabajo en recintos cerrados		
Riesgo de gases		
Elevado Nivel de Ruido		
Riesgo Eléctrico		
Riesgo Ambiental		
Riesgo de Líquidos Tóxicos		

Cuadro 3.12 (Continuación)

Para el caso de COLDNESS S.A. de C.V, ellos cuentan con un software que emite el mantenimiento a realizar por máquina, la orden de trabajo es llenada manualmente con una breve descripción de la máquina y las operaciones a realizar.

3.7.5 Control de Herramientas

Con el objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados de la utilización de herramientas manuales, debe realizarse un programa de prevención que contemple los diversos aspectos que inciden en el desarrollo de las actividades de mantenimiento, entre los que se encuentran

1. **Adquisición:** La persona encargada de la adquisición de herramientas manuales debe conocer el trabajo que han de realizar las herramientas, poseer ideas básicas sobre los distintos tipos de herramientas para adquirir las más acordes a las necesidades de su uso, y buscar suministradores que garanticen su buena calidad.
2. **Adiestramiento-Utilización:** Al iniciar cualquier tarea, se debe escoger siempre la herramienta apropiada y revisar que está en buen estado. El adiestramiento de los trabajadores por parte de los mandos intermedios en el uso correcto de las herramientas es fundamental.

Además, debe tomarse las siguientes precauciones, tomando en cuenta aspectos ergonómicos, como por ejemplo:

- Elegir la herramienta idónea al trabajo que se vaya a realizar, considerando la forma, el peso y las dimensiones adecuadas desde el punto de vista ergonómico.
- Las herramientas no deben utilizarse para fines distintos de los previstos, ni deben sobrepasarse las prestaciones para las que están diseñadas.

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

- Comprobar que los mangos no estén astillados o rajados y que estén perfectamente acoplados y sólidamente fijados a la herramienta (martillos, destornilladores, sierras, limas, etc.).
- Verificar que las mordazas, bocas y brazos de las herramientas de apriete estén sin deformar (llaves, alicates, tenazas, destornilladores, etc.).
- Cuidar que las herramientas de corte y de bordes filosos estén perfectamente afiladas (cuchillos, tijeras, cinceles, etc.).
- Tener en cuenta que las cabezas metálicas no deben tener rebabas.
- Vigilar el estado del dentado en limas, sierras, etc.
- Cuando deban emplearse equipos de protección individual, velar que sean certificados.
- Cuando sea necesario se utilizarán herramientas con protecciones aislantes si existe el riesgo de contactos eléctricos y herramientas antichispa en ambientes inflamables.

3. Almacenamiento

4. Mantenimiento y reparación

5. Transporte

3.7.6 Capacitaciones

La capacitación de los trabajadores debe ser de vital importancia para la implantación del Modelo en referencia, permitiendo la participación directa de los mismos en este proceso, por lo que se recomienda incorporar a la programación del mantenimiento actividades de capacitación.

Los factores organizativos y humanos proporcionarán una respuesta tanto más adecuada cuanto mejor sea la capacitación y entrenamiento de las personas que intervengan en el diseño, en los procesos, en la dirección y en la operación de los sistemas.

La capacitación de los trabajadores debe basarse fundamentalmente, en los principios siguientes:

Es un proceso continuo y permanente, flexible y dinámico que abarca a todas las categorías de trabajadores (dirigentes, trabajadores técnicos, obreros y de servicios, etc.).

Se asume como una inversión que reporta beneficios en la medida en que se logre estimular la creatividad y encaminarla hacia los objetivos de la empresa. No es un gasto.

Abarca las acciones necesarias para dotar a los trabajadores de los conocimientos y habilidades que se necesitan en lo inmediato, así como prevé los cambios que pueden llevarse a cabo en la organización.

Parte de una determinación de las necesidades de capacitación, para garantizar la integración del trabajador a la empresa, su adaptación al puesto de trabajo, la actualización de sus conocimientos y su continuo desarrollo.

3.8 IMPLEMENTACION

Esta sección tiene por objetivo proponer una estrategia o plan general de acción que ayude a la implementación del "Modelo para la Aplicación de Normas de Ergonomía y los Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial" y que involucre a la Dirección de la Organización, personal del Área de Mantenimiento y personal del Área de Producción.

El plan general para la implementación del "Modelo para la Aplicación de Normas de Ergonomía y los Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial" se desarrolla en los siguientes pasos:

1. Presentar el Proyecto a la Dirección de la Organización:

Aquí se debe buscar el compromiso de la Dirección de la Organización para apoyar la implementación del Modelo, al presentarles la importancia que representa para el mejoramiento continuo y el logro de altos estándares de calidad, que se reflejan en los siguientes aspectos:

- Reducir los costos de Mantenimiento
- Reducir los riesgos de sufrir daños o lesiones y que se materialicen
- Reducir la tasa de defectos
- Reducir el número de paros no planificados por maquina
- Mejorar la productividad de la Planta

PROYECTO DE TESIS

"DISEÑO DE UN MODELO PARA LA APLICACION DE LAS NORMAS DE ERGONOMIA Y DE LOS FACTORES HUMANOS EN LA GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL"

CAPITULO III

- Mejorar las condiciones laborales de los trabajadores
2. Una vez logrado el compromiso de la Dirección de la Organización se debe dar a conocer las bondades que ofrece la implementación del Modelo al departamento de Mantenimiento para que se involucre directamente con el, haciendo énfasis que se trata de un proyecto de mediano y largo plazo y no simplemente algo pasajero.
 3. Incentivar a las personas a que se involucren y formen parte del grupo encargado de la implementación del Modelo.
 4. Nombrar a un Coordinador del Proyecto de implementación del Modelo. El coordinador es la cabeza visible del proyecto al interior de la organización, entre otras actividades que debe desarrollar esta la de realizar un diagnostico de la llamada "fabrica oculta", es decir el conjunto de fallas o problemas de mantenimiento que no se observan a primera vista.
 5. Conformar el Equipo de Trabajo.
El personal que forma parte del Equipo de Trabajo debe ser competente con base a la educación, formación, habilidades y experiencia apropiada. Estas personas deberán estar altamente familiarizadas con los temas que les competan, los equipos y maquinas.
 6. Capacitación de las personas involucradas en las siguientes áreas:
 - Trabajo en equipo
 - MCC
 - Herramientas Estadísticas

- Ergonomía y Factores Humanos

7. Planificación de las Actividades

Esta planificación debe enfocarse en la definición de responsabilidades y autoridades, definición de los recursos e información necesaria.

Además debe incluir la definición de un cronograma de actividades en las cuales se definan fechas de cumplimientos, revisión de avances, etc.

8. Cumplimiento de cada una de las Etapas del Modelo.

La organización debe asegurar que las Etapas del modelo se han establecido, implantado y mantenido conforme a esa guía.

9. Desarrollar las Herramientas para el Seguimiento y Evaluación del Modelo

La organización debe establecer métodos y realizar mediciones para darle seguimiento del desempeño del modelo.

La organización debe establecer y mantener programas y procedimientos de auditorias al Modelo. Los procedimientos de auditoria deben comprender el alcance, frecuencia y la metodología de la auditoria, así como también las responsabilidades y requisitos para conducir las auditorias e informar los resultados.

3.9 SEGUIMIENTO Y EVALUACION

El seguimiento y Evaluación de los resultados que se van obteniendo con la implementación del nuevo programa de Mantenimiento son tareas que resultan de vital importancia para la evaluación de su eficacia.

Este proceso requerirá, la definición de los parámetros e índices de seguimiento (Véase ANEXO 4), la implantación de los pertinentes procesos de captación de la información necesaria, establecer y mantener programas y procedimientos de auditorias.

La organización debe establecer métodos de medición para evaluar el desempeño del Sistema.

Dentro de los métodos de medición se tienen Indicadores, Establecer Estándares y Óptimos. Además de las Técnicas tales como: Diagrama de Pareto, Diagrama Causa y Efecto, etc.

CAPITULO IV

EN EL SALVADOR CADA ORGANIZACIÓN CUENTA CON REALIDADES DIFERENTES, ES DECIR, QUE CADA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO TIENE SU PROPIA SITUACIÓN ADMINISTRATIVA O TÉCNICA; ASÍ MISMO, EN CADA UNO DE ELLOS REALIZA DIVERSAS OPERACIONES, TIENEN DIFERENTES MÉTODOS DE TRABAJO.

Partiendo de dicha situación, este capítulo busca presentar los costos estimados para la implementación del "Modelo para la Aplicación de las Normas de Ergonomía y los Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial"; tomando en cuenta que no se pueden definir valores monetarios exactos, a continuación se establecerán algunos criterios para poder definir dichos costos.

4.1 ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION

Dado que para la empresa en estudio (COLDNESS S.A. de C.V.) no se cuenta con información financiera específica en cuanto a la inversión en mantenimiento de los equipos actualmente en funcionamiento, los costos de implementación del Diseño se realizaran bajo los siguientes supuestos:

- La Dirección de la Organización, se encuentra altamente comprometida con la implementación del modelo, por lo que al menos de manera gradual, se llevará a cabo al 100% su implementación.

4.1.1 Costo de Diagnostico Inicial

El costo del diagnóstico para la implementación del modelo se estimará un valor de doscientos cincuenta dólares, aproximadamente. Cabe destacar que el costo de dicho diagnóstico cambiará de acuerdo al tamaño y situación actual de la organización a implementar el modelo.

4.1.2 Costo de Capacitación

Los costos de Capacitación (Cuadro 4.1) estarán orientados en tres áreas específicas:

- a. Capacitación en MCC.
- b. Formación de Facilitadores y Auditores Internos.
- c. Capacitaciones Técnicas.

CAPACITACION	Personas	Costo / Persona (\$)	Total (\$)
Conocimiento de MCC	6	60.00	360.00
Formación de Auditores	2	75.00	150.00
Técnicas Estadísticas y otras	-	-	350.00
		TOTAL	860.00

Cuadro 4.1

4.1.3 Costo De Equipo De Protección Personal

EN EL CUADRO 4.2 SE DETALLAN ALGUNOS DE LOS ELEMENTOS INDISPENSABLES PARA PODER IMPLEMENTAR LA ERGONOMÍA PREVENTIVA Y AMBIENTAL EN COLDNESS S.A.

La inversión inicial del primer año, se considero para los trece empleados que laboran en el área de mantenimiento de COLDNES S.A.

La cotización de los Equipos de Protección Personal se realizo el 11 de Diciembre de 2003 a la empresa OXGASA.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			
ARTICULO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
Mascarillas desechables	100	0.1314	13.14
Mascarillas de filtro	10	6.86	68.60
Lentes protectores	20	6.63	132.60
Guantes cuero corto	20	1.83	36.60
Guantes de amianto	2	40.00	80.00
Tapones auditivos	50	0.68	13.60
Casco para descarga	3	65.00	195.00
Alfombra Aislante	3	9.00	27.00
Zapatos libre de metal	3	110.00	330.00
Zapatos cubo de acero	10	63.00	630.00
Bandas de refuerzo Lumbar	20	10.00	200.00
		TOTAL	1,726.54

Cuadro 4.2

4.1.4 Otros Costos

OTROS GASTOS	
Papelería y útiles	\$ 120.00
Capacitación en Ergonomía y uso de EPP	\$ 250.00
Promoción de seguridad (Señalización)	\$ 150.00
TOTAL	\$ 520.00

Cuadro 4.3

4.1.5 Resumen de Costos Estimados

RESUMEN DE COSTOS ESTIMADOS PARA LA INVERSIÓN INICIAL	
Diagnóstico	\$ 250.00
Capacitación	\$ 860.00
Equipo de Protección Personal	\$ 1726.54
Otros Costos	\$ 520.00
TOTAL	\$ 3,356.54

Cuadro 4.4

4.2 COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL

Posterior a la inversión inicial, se deberán considerar los costos de seguimiento de la aplicación del modelo, los cuales corresponderán principalmente a los costos de capacitación, monitoreo y evaluación (los cuales son de carácter interno y serán realizados por el mismo equipo de trabajo), costos de sustitución de EPP cada año, entre otros. (véase cuadros 4.5, 4.6 y 4.7)

4.2.1 Costo De Capacitación

CAPACITACION	Total (\$)
Técnicas Estadísticas	175.00
Ergonomía Preventiva	150.00
TOTAL	325.00

Cuadro 4.5

4.2.2 Costos de Sustitución de EPP.

El EPP se tendrá que sustituir anualmente; a continuación se detalla el costo anual para la sustitución de EPP en el segundo año posterior a la implementación, para el tercer año se tiene que incluir a este costo el calzado ya tiene un tiempo de vida de 2 años.

Elementos de Protección Personal para Sustitución			
Articulo	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Mascarillas desechables	20	0.1314	2.63
Mascarillas de filtro	5	6.86	34.3
Lentes protectores	5	6.63	33.15
Guantes cuero corto	5	1.83	9.15
Tapones auditivos	50	0.68	34.00
	1	65.00	65.00
Casco para descarga	3	9.00	27.00
Alfombra Aislante	1	110.00	110.00
Zapatos libre de metal	2	63.00	126.00
Zapatos cubo de acero	3	10.00	30.00
Bandas de refuerzo Lumbar		TOTAL	471.23

Cuadro 4.6

RESUMEN DE COSTOS ESTIMADOS PARA MANTENIMIENTO ANUAL	
Capacitación	\$ 325.00
Sustitución de EPP	\$ 471.23
TOTAL	\$ 796.23

Cuadro 4.7

4.3 COSTOS ASOCIADOS DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES QUE GENERAN INCAPACIDADES A LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA

En la empresa se ha calculado el costo de los mismos que generan incapacidad, los cuales se muestran en los Cuadros 4.8 y 4.9.

Se tomaran como base las estadísticas de accidentes para el año 2001.

4.3.1 Días de Incapacidad

Días de Incapacidad por Accidentes

Tipo de Lesión	Casos 2001	Días de Incapacidad	Salario / Día (¢)	Costo Total
Amputación	3	180	42.00	7560
Contusión	3	18	42.00	756
Cortadura	6	54	42.00	2268
Desgarradura	4	36	42.00	1512
Cuerpo extraño en el ojo	4	16	42.00	672
Astilla en el cuerpo	5	20	42.00	840
Choque eléctrico	1	9	42.00	378
Luxaciones	2	12	42.00	504
Fracturas	3	105	42.00	4410
Quemaduras	2	36	42.00	1512
Torcedura	3	18	42.00	756
TOTAL		504 días / año		¢ 21,168.00 \$ 2,419.20 / al año

Cuadro 4.8

4.3.1.2 Días de Incapacidad por Enfermedades Ocupacionales

Tipo de Enfermedad	Casos 2001	Días de Incapacidad	Salario / Día (¢)	Costo Total
Infección Respiratoria	15	40	42.00	1680
Gripe	4	9	42.00	378
Infección Urinaria	5	13	42.00	546
Lumbagos	8	47	42.00	1974
Conjuntivitis	8	43	42.00	1806
TOTAL	40	152		¢ 6,384.00 \$ 729.60 (año)

Cuadro 4.9

COSTO TOTAL POR DÍAS DE INCAPACIDADES (Accidentes + Enfermedades Ocupacionales) =
\$ 3,148.80

4.3.2 Paros de Maquina

COLDNESS S.A. define sus costos de producción en \$22,000 al día (tomando en cuenta que la Jornada laboral en COLDNESS S.A. es de 9 horas, el costo por hora es de \$2,444.44 de acuerdo a lo manifestado por la compañía). En el Cuadro 4.10 se detallan los paros en producción por sector, ocasionados por accidentes.

Sección	Paro de Producción (Hora)	Costo / Hora (\$)	Costo Total
Espumado Puertas Instalación y	1.5	2444.44	3666.66
Monitoreo	1.0	2444.44	2444.44
Metálicos	0.5	2444.44	1222.22
		TOTAL	\$ 7333.32
			(año)

CUADRO 4.10

4.3.3 Contratación de Personal

Para las incapacidades superiores a 15 días, se realizó la contratación de personal adicional para cubrir el puesto de trabajo. (Véase Cuadro 4.11)

Sección	Días Contratados	Salario / Día (¢)	Costo Total
Espumado Puertas Metálicos	105	42.00	4410.00
Instalación	180	42.00	3360.00
	36	42.00	1512.00
		TOTAL	¢ 9282.00
			\$ 1060.80
			(año)

Cuadro 4.11

4.3.4 Capacitación para Nuevo Personal

El costo de la capacitación (Cuadro 4.12) incluye material, equipo a utilizar, salario del capacitador, uso de instalaciones.

Sección	Personas	Costo / Persona (\$)	Costo Total (\$)
ESPUMADO PUERTAS METÁLICOS Instalación	2	25.00	50.00
	4	25.00	100.00
	1	25.00	25.00
		TOTAL	175.00 (año)

Cuadro 4.12

4.3.5 Total de Costos Asociados. (Cuadro 4.13 y Figura 4.1)

TOTAL DE COSTOS ASOCIADOS DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES PARA LA EMPRESA	
Días de Incapacidad	\$ 3,148.80
Paros de Maquina	\$ 7,333.32
Contratación de Personal	\$ 1,060.80
Capacitación de Personal Nuevo	\$ 175.00
TOTAL	\$ 11,717.92 (año)

Cuadro 4.13

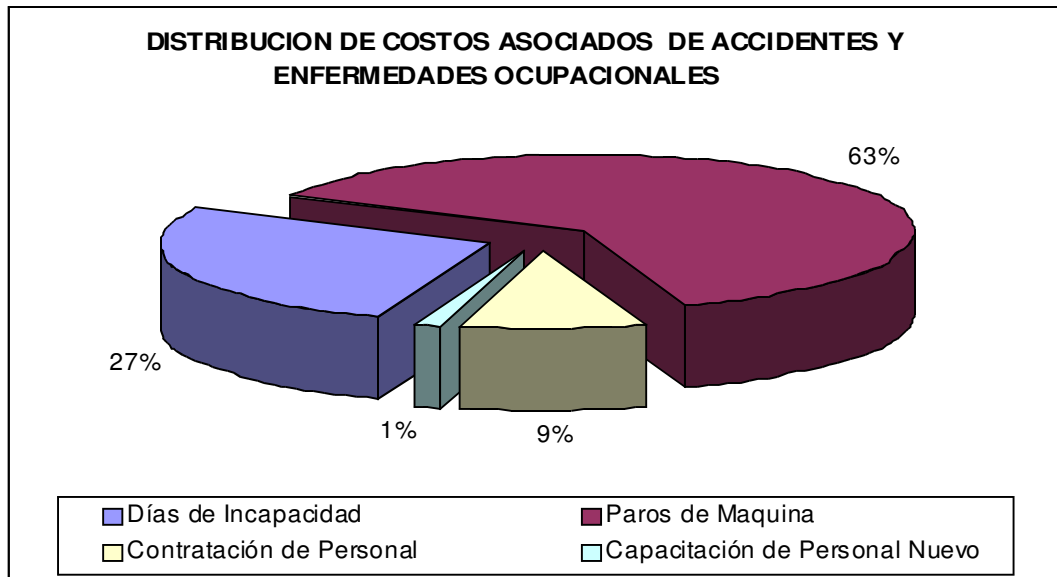


Figura 4.1

El 63% de los costos asociados a los accidentes y enfermedades profesionales corresponde a los paros de máquinas, seguidos por un 27% en pagos de días de incapacidad, un 9% por la contratación de nuevo personal y finalmente un 1% en la capacitación del personal nuevo, los costos acá considerados muestran solamente la punta del iceberg de todos aquellos costos asociados realmente a los accidentes y enfermedades ocupacionales tanto al interior como al exterior de las empresas.

4.4 INVERSION CONSIDERADA PARA LA IMPLEMENTACION DEL DISEÑO Y SUS BENEFICIOS.

En el presente apartado se discute la inversión considerada para la implementación del diseño para mejorar las condiciones de trabajo y como puede considerarse realizable al tomar en cuenta los beneficios intangibles y potenciales de su aplicación.

Probablemente para algunas empresas resulte caro realizar la inversión que la implementación de este modelo requiere al considerar las condiciones particulares de sus compañías, especialmente las pequeñas por sus capitales limitados y el tradicional pensamiento de que gastar en la seguridad y ergonomía de sus trabajadores es desperdiciar el dinero, incluso podrán decir: voy a gastar \$ 250 dólares en un diagnostico para que me diga como esta mi empresa, luego mas dinero en la implementación y al final que vamos a recibir? herramientas bonitas, reducción de ruidos, y de accidentes, debe haber algo más.

Tienen que haber mayores beneficios de oportunidades, intangible y potenciales no calculados o considerados acá, pero que pueden ser evidenciados tan sencillamente como el siguiente caso: los accidentes ocasionan paros en producción o incluso daños a los equipos, estos paros en una producción como la de COLDNESS S.A. es equivalente a \$22,000 al día (\$2,444.44 la hora), un paro de 45 minutos en un accidente por no haber observado los factores ergonómicos me cuesta dejar de producir \$ 1,833.33 y probablemente con eso ya no pueda entregar a tiempo el pedido a mis clientes, es ahí donde se encuentra el beneficio de la inversión. Al buscar, es posible darse cuenta que otros beneficios pueden ser la mejora de la cultura organizacional en cuanto al cuidado del personal, y mantener contentos a los trabajadores.

Con la aplicación de la ergonomía puede mejorar el rendimiento de los empleados, ya que colabora a incrementar su motivación y al desarrollo de una cultura de cambio que (aunque intangible, pero medible) facilitará el cumplimiento de metas y objetivos de la compañía con un personal comprometido.

El beneficio social está implícito, ya que la mejora de las condiciones de trabajo y promoción la mejora continua en las condiciones laborales contribuye a que se disminuyan las enfermedades ocupacionales y accidentes. Esto a la vez incide en la mejora de las condiciones económicas, así como la moral general de los empleados, aspectos que benefician directamente tanto a las familias como a la sociedad en general.

4.5 ANALISIS DE LA INVERSION CONSIDERADA PARA LA IMPLEMENTACION DEL MODELO CONTRA LOS COSTOS DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES, ACCIDENTES Y OTROS COSTOS ASOCIADOS.

Con este análisis se pretende mostrar que la implementación del diseño para mejorar las condiciones de trabajo resulta económicamente mas factible que pagar los costos generados por accidentes laborales, comparándolos a similares condiciones y tasas de interés, para lo cual se retoman los datos de inversión inicial y de seguimiento arriba mostrados y se les resta el costo de enfermedades ocupaciones, accidentes y otros costos asociados, de acuerdo a las estadísticas de la empresa COLDNESS, S.A. de C.V. , para obtener el ahorro esperado en un periodo de dos años si se implementara el diseño.

Inversión y seguimiento – Costo sin implementar el diseño = Ahorro a 2 años V.P.

$$II + S (\text{V.P. Año 1}) + S (\text{V.P. Año 2}) - G (\text{V.P. Año 1}) - G (\text{V.P. Año 2}) = A(\text{a 2 años V.P.})$$

$$P + S[1 / (1 + i)^{n_1}] + (S*1.025)[1 / (1 + i)^{n_2}] - G[1 / (1 + i)^{n_1}] - (G*1.1)[1 / (1 + i)^{n_2}] = |A|$$

Simplificando:

$$P + S_1 + S_2 - G_1 - G_2 = |A|$$

Siendo:

V.P. = Valor Presente

i = Interés Mensual, considerado sobre la base de un interés anual de 11%

n₁ = 12 meses,

n₂ = 24 meses,

II = Inversión inicial

S₁ y S₂ = Gastos de Seguimiento para los años 1 y 2 en valor presente, para el año 2 se considera un incremento del 2.5% de S (\$ 796.23) respecto al año 1 (\$ 816.14), en atención a la inflación del presente año.

G₁ y G₂ = Costos de Accidentes para los años 1 y 2 en valor presente, para el año 2 se considera un incremento del 10% de G (\$ 11,717.92) respecto al año 1 (\$ 12,889.71), considerando la falta de medidas para mejorar las condiciones en la empresa.

|A| = Ahorro obtenido al final de 2 años en valor presente, tras la implementación de medidas y acciones para mejorar las condiciones ergonómicas y de seguridad.

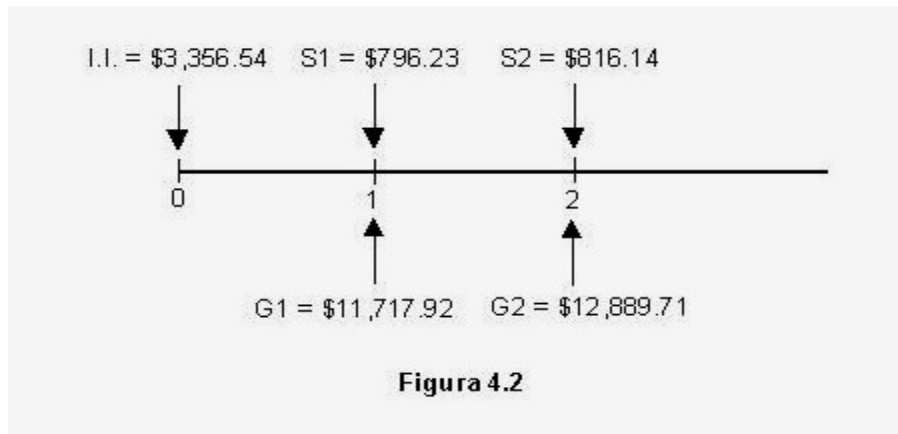
Sustituyendo valores:

$$\begin{aligned}
 & 3,356.54 + \\
 & 796.23[1 / (1 + 0.009167)^{12}] + \\
 & 816.14[1 / (1 + 0.009167)^{24}] + \\
 & 11717.92[1 / (1 + 0.009167)^{12}] - \\
 & \underline{12889.71[1 / (1 + 0.009167)^{24}] -} \\
 & \text{Ahorro a 2 años V.P. =}
 \end{aligned}$$

Calculando:

$$\begin{aligned}
 & \$ 3,356.54 + \\
 & \$ 713.64 + \\
 & \$ 655.62 + \\
 & \$ 10502.53 - \\
 & \underline{\$ 10354.52 -} \\
 & \text{Ahorro a 2 años V.P. = \$ 16,131.25}
 \end{aligned}$$

De lo anterior se puede observar que bajo las condiciones planteadas en este capítulo, se tendría un ahorro de \$ 16,131.25 al final del segundo año de implementación del diseño, en valor presente, con lo que se demuestra que es más rentable prevenir y mejorar que pagar los accidentes que se presentan bajo las condiciones actuales de COLDNESS, S.A. de C.V.



CONCLUSIONES

- La Identificación de debilidades y fortalezas existente en la Organización permite visualizar las oportunidades de mejora que se puede lograr con el desarrollo de un buen mantenimiento y la aplicación de las normas de ergonomía y factores humanos.
- La estrategia de implementación de los Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento consta de nueve pasos que son parte de un plan de general que facilitará la implementación del Modelo.
- Al fortalecer el proceso de gestión del mantenimiento industrial aplicando normas de ergonomía y Factores Humanos, se permite un tratamiento correcto y oportuno a los diferentes riesgos a los que se expone el personal de mantenimiento, lo cual permite alcanzar una mayor eficiencia laboral, genera confiabilidad en la maquinaria y el equipo y contribuye a mejorar el nivel de vida de los empleados.
- Se ha elaborado un Modelo de Gestión flexible ya que combina diferentes modelos tradicionales de gestión, tales como el MCC y el TPM, con características de prevención, lo que contribuirá de forma efectiva a la reducción de accidentes y la identificación de situaciones y factores que pueden generarlos.

- Las causas más comunes de accidentes laborales se deben a descuidos humanos, falta de conocimientos y concientización de los trabajadores frente a los riesgos laborales; causas que pueden ser controladas con la implementación del Modelo para la Aplicación de las Normas de Ergonomía y de los Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial.
- Debido a que en la empresa no hay proyectos de diseño en proceso no se utilizó el HAZOP para analizar los riesgos. En su lugar se utilizó la técnicas llamada "Evaluación Preliminar de Riesgo" (PHA por sus siglas en Inglés).
- La implementación del Modelo que permita la aplicación de las Normas de Ergonomía y Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial, permitirá una mejora en el desempeño laboral del equipo de Mantenimiento, el cual es parte fundamental y necesario para el buen funcionamiento y desempeño de la empresa.
- La ocurrencia de los accidentes e incidentes, así como de enfermedades ocupaciones, traen implícitos costos ocultos para la empresa que muchas veces no se toma en cuenta por ser difícil de cuantificar, tales como los tiempos muertos por paros de máquina debido a accidentes, la capacitación del nuevo personal, entre otros. Al considerar estos costos ocultos junto con los costos cuantificables y comprarlos contra los costos de implementación de un Modelo que permita la Aplicación de las Normas de Ergonomía y de los Factores Humanos en la Gestión del Mantenimiento Industrial, se logra visualiza el beneficio de la inversión.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la incorporación de las normas de Ergonomía y Factores Humano en la gestión del mantenimiento Industrial para poder así mejorar siguientes aspectos:
 - Excelencia en los procesos con mantenimiento de maquinaria planificados y realizados de forma eficiente y con la mayor reducción de riesgos posible.
 - Calidad y rentabilidad de los productos.
 - Motivación y satisfacción del personal
 - Máxima confiabilidad
 - Logro de la producción requerida.
 - Máxima seguridad personal
 - Máxima protección ambiental.
- Para que el modelo pueda ser aplicado eficazmente deberá de realizarse las siguientes actividades:
 - Asignar responsabilidades por escrito al personal.
 - Realizar un análisis de riesgos
 - Realizar programas de capacitación hacia los diferentes niveles de la organización.
 - Investigar los accidentes que ocurren, registrando toda la información en formatos ya establecidos.
 - Elaborar estadísticas mensuales de los accidentes ocurridos.

- Ninguna medida, organización o inversión en seguridad serán efectivas si no se cuenta con la participación integral del personal. La seguridad es algo, que sin duda debe empezar por los altos ejecutivos de la empresa y concluir en los trabajadores.

- Actualmente la orden de trabajo no incluye elementos ergonómicos ni recomendaciones para los riesgos a las que estén expuestos, por lo que se recomienda incluir en la base de datos existente los riesgos que implica realizar cada una de las operaciones de mantenimiento e incluir la norma ergonómica que aplique a cada caso en particular.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACION

1. El Manual Oficial de Seguridad de OSHA de Keller, Quinta Edición, J.J. Séller (2002) Wisconsin, USA.

CD - Enciclopedia ENCARTA 2000

3. Lourival Augusto Tavares, Administración Moderna del Mantenimiento, E-Book downloaded de www.mantenimientomundial.com (2003) Argentina
4. Gavriel Salvendy, Manual del Ingeniero Industrial Vol. I, Editorial Noriega Limusa (1991) México.
5. Gavriel Salvendy, Manual del Ingeniero Industrial Vol. II, Editorial Noriega Limusa (1991) México.
6. Robert Rosaler, Manual del Ingeniero de Planta Vol. II, Editorial McGrawHill Mexico (2002)
7. Ing. Pedro Arias, Clase expositiva asignatura "Factores Humanos y Ergonomía", ciclo 01/02 Universidad Don Bosco.
8. Willian Werther, Administración del Personal y Recursos Humanos, Editorial McGraw Hill (1996) México.
9. J. M. Ivancevich, Gestion Calidad y Competitividad, Cáp. 13 "Motivación", pp 438, editorial McGraw Hill (1997) España
10. Robert Rosaler, Manual del Mantenimiento Industrial Tomo III, Sección 8 " Manejo de Materiales", pp 1-7, editorial Mc Graw Hill, (1988) México.
11. Pedro Mondelo, Ergonomía 1, Editorial Alfaomega, México 2001.

12. Pedro Mondelo, Ergonomía 3, Editorial Alfaomega, México 2001.
13. www.faa.com
14. www.prevention-world.com
15. www.geocities.com/CapeCanaveral/6616.htm
16. www.coldness.com.sv
17. Fuente COLDNESS S.A. de C.V.: Ing. Emilio Vanegas, Superintendente de Mtto.
18. Bennett, Degan, Factores Humanos en la Tecnología Moderna, Editorial Continental, Mexico, 1965.
19. www.2-sir.com/Human_Factors/
20. www.aviones.com/seguridad/informe/notas/nota9.html.
21. [shttp://prevenycalidad.en.eresmas.com/ergonomia.htm](http://prevenycalidad.en.eresmas.com/ergonomia.htm).

GLOSARIO

ABSENTISMO LABORAL Faltas de asistencia intermitentes del trabajador a su lugar de trabajo que, aunque sean justificadas, pueden suponer la extinción de la relación laboral

ACCIDENTE DE TRABAJO Lesión corporal que sufre el trabajador con ocasión o a consecuencia del trabajo que efectúa por cuenta ajena

AMBIENTE DE TRABAJO Conjunto de factores y condicionantes circunstanciales que rodean y determinan el desarrollo de una actividad laboral

CARGA DE TRABAJO Esfuerzo físico o mental que debe realizar el trabajador para desarrollar la actividad laboral para la cual ha sido contratado

EQUIPO DE TRABAJO Instrumento, aparato, máquina o instalaciones utilizados en el desarrollo de la actividad laboral

EXPOSICIÓN AL RIESGO Estado de situación susceptible de generar daños a los trabajadores y que, por ello, debe ser evaluada y, caso de ser posible, eliminada o reducida

INCIDENTE Hecho accidental ocurrido en el desarrollo de una relación laboral que no produce, con carácter inmediato, alteración conocida de la integridad o salud del trabajador o pérdidas económicas cuantificables

LESIÓN Daño o detrimento corporal

LUGAR DE TRABAJO Área del centro de trabajo, edificada o no, en la que los trabajadores deben permanecer o a la que pueden acceder en razón de su actividad profesional

PUESTO DE TRABAJO Emplazamiento físico en el que el trabajador desarrolla habitualmente su actividad

RIESGO LABORAL Posibilidad de que un determinado trabajador sufra un daño derivado de su actividad laboral

SALUD LABORAL Estado de bienestar físico, psíquico y social del trabajador exento de enfermedades o afecciones

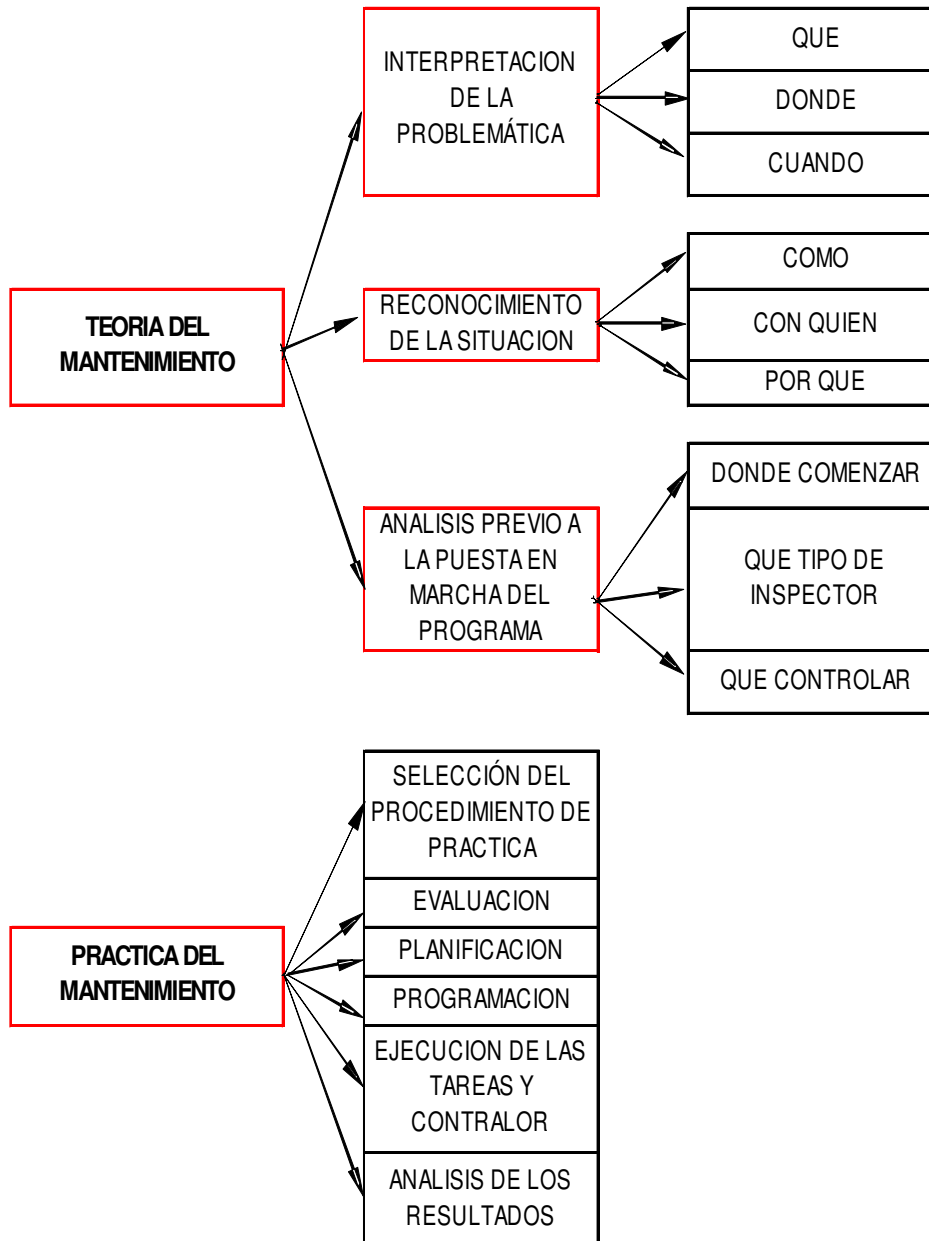
FALLA: Disminución ó pérdida de la función del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado. Es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Esta condición puede interrumpir la continuidad o secuencia ordenada de un proceso, donde ocurren una serie de eventos que tienen más de una causa.

FALLA FUNCIONAL: Es la capacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado.

ANEXOS

ANEXO 1:

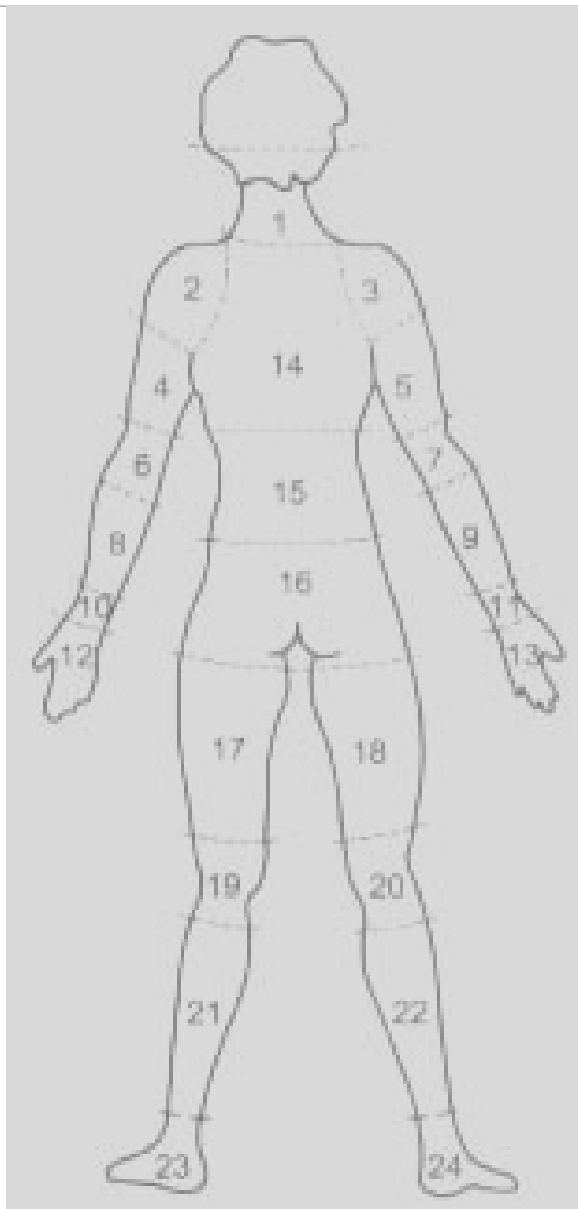
**ASPECTOS GENERALES DE LA TEORIA Y PRÁCTICA DEL
MANTENIMIENTO**



ANEXO 2

**ANEXO 2 A CUESTIONARIO DE MOLESTIAS MÚSCULO-ESQUELETICAS
(Cuadro Resumen)**

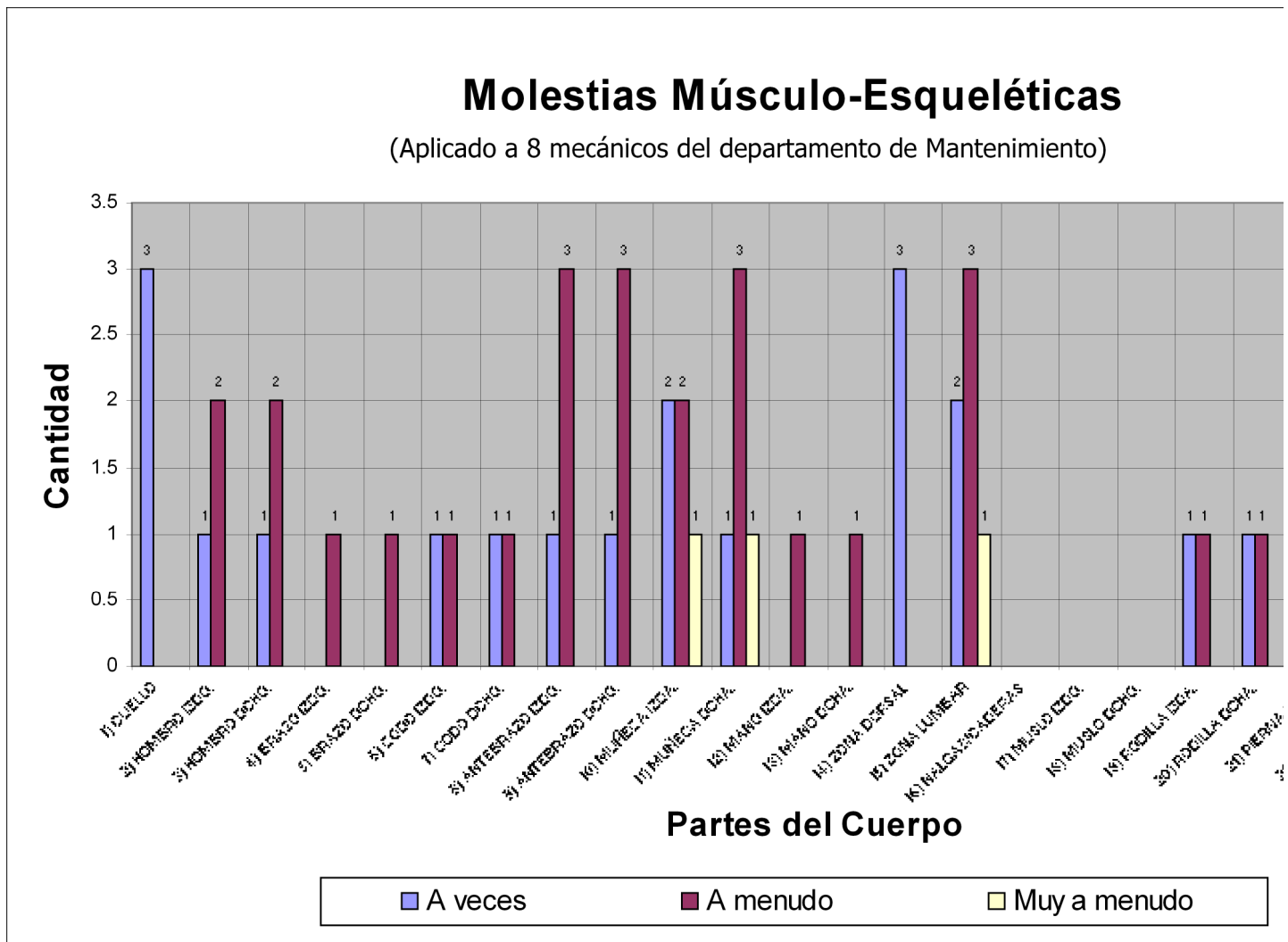
	A veces	A menudo	Muy a menudo
1) CUELLO	3		
2) HOMBRO IZDO.	1	2	
3) HOMBRO DCHO.	1	2	
4) BRAZO IZDO.		1	
5) BRAZO DCHO.		1	
6) CODO IZDO.	1	1	
7) CODO DCHO.	1	1	
8) ANTEBRAZO IZDO.	1	3	
9) ANTEBRAZO DCHO.	1	3	
10) MUÑECA IZDA.	2	2	1
11) MUÑECA DCHA.	1	3	1
12) MANO IZDA.		1	
13) MANO DCHA.		1	
14) ZONA DORSAL	3		
15) ZONA LUMBAR	2	3	1
16) NALGAS/CADERAS			
17) MUSLO IZDO.			
18) MUSLO DCHO.			
19) RODILLA IZDA.	1	1	
20) RODILLA DCHA.	1	1	
21) PIERNA IZDA.	1		
22) PIERNA DCHA.	1		
23) PIE/TOBILLO IZDO.	3		
24) PIE/TOBILLO DCHO.	2		
RESUMEN	24	26	3



El presente cuadro, corresponde a los resultados del cuestionario de molestias músculo-esqueléticas, aplicado a 8 mecánicos del departamento de mto. de la empresa en estudio, el cual muestra que las partes del cuerpo en que mas molestias se presentan son las muñecas, la zona lumbar, los hombros y antebrazos.

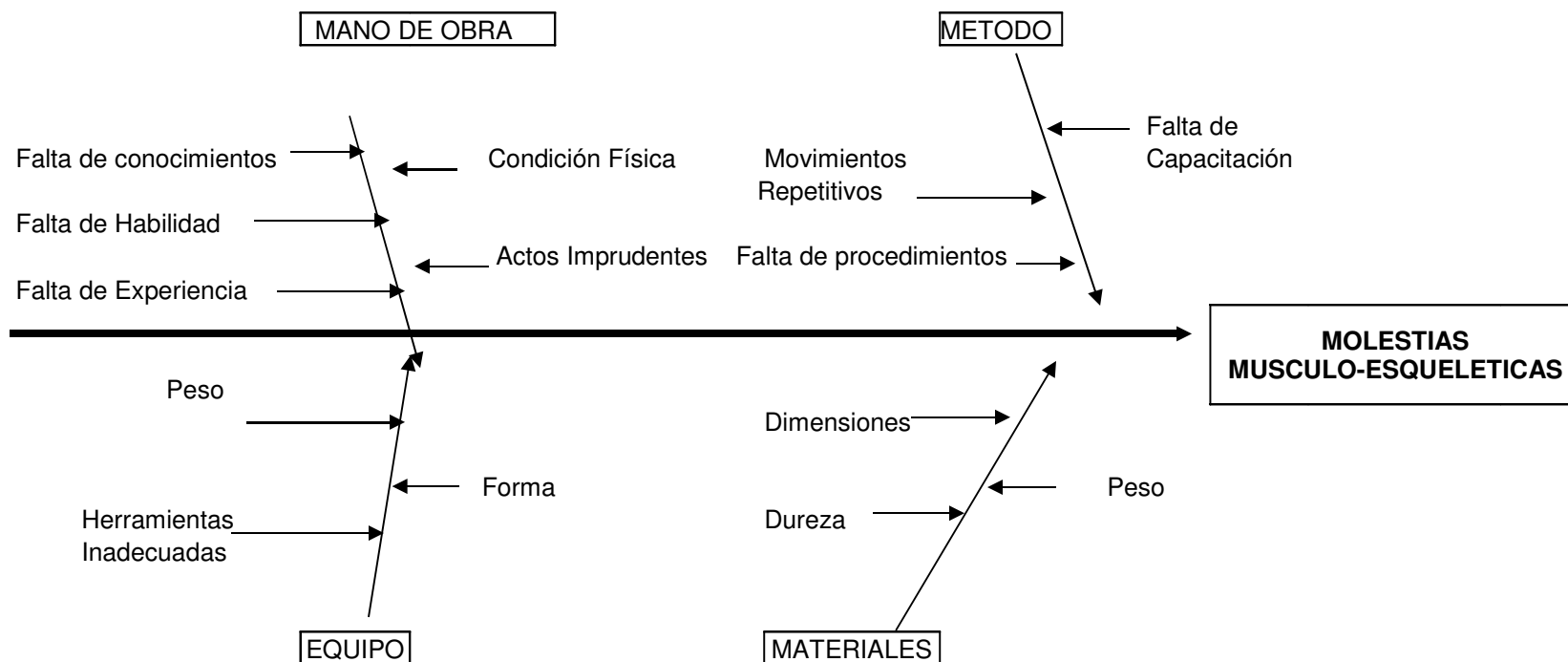
Las molestias del 1 al 15 son causadas por la aplicación de esfuerzos; la 14, 15 y del 17 al 24 son causadas por largos periodos en posición de pie o por desplazamientos constantes en la planta.

ANEXO 2B Grafico de Molestias Músculo-Esqueléticas



ANEXO 2.C DIAGRAMA CAUSA-EFECTO PARA MOLESTIAS MÚSCULO-ESQUELÉTICAS

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO
PARA LAS MOLESTIAS MUSCULO – ESQUELÉTICAS



ANEXO 3.
CONTENIDO DE LA NORMA OSHA 1910

1910 - Table of Contents

1910 Subpart A - General

1910.1 - Purpose and scope.

1910.2 - Definitions.

1910.3 - Petitions for the issuance, amendment, or repeal of a standard.

1910.4 - Amendments to this part.

1910.5 - Applicability of standards.

1910.6 - Incorporation by reference.

1910.7 - Definition and requirements for a nationally recognized testing laboratory.

1910.7 App A - OSHA Recognition Process for Nationally Recognized Testing Laboratories.

1910.8 - OMB control numbers under the Paperwork Reduction Act.

1910 Subpart B - Adoption and Extension of Established Federal Standards

1910.11 - Scope and purpose.

1910.12 - Construction work.

1910.15 - Shipyard employment.

1910.16 - Longshoring and marine terminals.

1910.17 - Effective dates.

1910.18 - Changes in established Federal standards.

1910.19 - Special provisions for air contaminants.

1910 Subpart C - Adoption and Extension of Established Federal Standards

1910 Subpart D - Walking-Working Surfaces

1910.21 - Definitions.

1910.22 - General requirements.

1910.23 - Guarding floor and wall openings and holes.

1910.24 - Fixed industrial stairs.

1910.25 - Portable wood ladders.

1910.26 - Portable metal ladders.

1910.27 - Fixed ladders.

1910.28 - Safety requirements for scaffolding.

1910.29 - Manually propelled mobile ladder stands and scaffolds (towers).

1910.30 - Other working surfaces.

1910 Subpart E - Exit Routes, Emergency Action Plans, and Fire Prevention Plans

1910 Subpart E App - Exit Routes, Emergency Action Plans, and Fire Prevention Plans.

1910.33 - Table of contents.

1910.34 - Coverage and definitions.

1910.35 - Compliance with NFPA 101-2000, Life Safety Code.

1910.36 - Design and construction requirements for exit routes.

1910.37 - Maintenance, safeguards, and operational features for exit routes.

1910.38 - Emergency action plans.

1910.39 - Fire prevention plans.

1910 Subpart F - Powered Platforms, Manlifts, and Vehicle-Mounted Work Platforms

1910.66 - Powered platforms for building maintenance.

1910.66 App A - Guidelines (Advisory)

1910.66 App B - Exhibits (Advisory)

1910.66 App C - Personal Fall Arrest System (Section I - Mandatory; Sections II and III - Non-Mandatory)

1910.66 App D - Existing Installations (Mandatory)

1910.67 - Vehicle-mounted elevating and rotating work platforms.

1910.68 - Manlifts.

1910 Subpart G - Occupational Health and Environment Control

1910.94 - Ventilation.

1910.95 - Occupational noise exposure.

1910.95 App A - Noise exposure computation

1910.95 App B - Methods for estimating the adequacy of hearing protector
attenuation

1910.95 App C - Audiometric measuring instruments

1910.95 App D - Audiometric test rooms

1910.95 App E - Acoustic calibration of audiometers

1910.95 App F - Calculations and application of age corrections to audiograms

1910.95 App G - Monitoring noise levels non-mandatory informational appendix

1910.95 App H - Availability of referenced documents

1910.95 App I - Definitions

1910.97 - Nonionizing radiation.

1910.98 - Effective dates.

1910 Subpart H - Hazardous Materials

1910.101 - Compressed gases (general requirements).

1910.102 - Acetylene.

1910.103 - Hydrogen.

1910.104 - Oxygen.

1910.105 - Nitrous oxide.

1910.106 - Flammable and combustible liquids.

1910.107 - Spray finishing using flammable and combustible materials.

1910.108 - Dip tanks containing flammable or combustible liquids.

1910.109 - Explosives and blasting agents.

1910.110 - Storage and handling of liquefied petroleum gases.

1910.111 - Storage and handling of anhydrous ammonia.

1910.112 - [Reserved]

1910.113 - [Reserved]

1910.119 - Process safety management of highly hazardous chemicals.

1910.119 App A - List of Highly Hazardous Chemicals, Toxics and Reactives (Mandatory).

1910.119 App B - Block Flow Diagram and Simplified Process Flow Diagram (Nonmandatory).

1910.119 App C - Compliance Guidelines and Recommendations for Process Safety Management (Nonmandatory).

1910.119 App D - Sources of Further Information (Nonmandatory).

1910.120 - Hazardous waste operations and emergency response.

1910.120 App A - Personal protective equipment test methods.

1910.120 App B - General description and discussion of the levels of protection and protective gear.

1910.120 App C - Compliance guidelines.

1910.120 App D - References.

1910.120 App E - Training Curriculum Guidelines - (Non-mandatory)

1910.121 - Reserved

1910.122 - Table of contents

1910.123 - Dipping and coating operations: Coverage and definitions

1910.124 - General requirements for dipping and coating operations

1910.125 - Additional requirements for dipping and coating operations that use flammable or combustible liquids

1910.126 - Additional requirements for special dipping and coating operations

1910 Subpart I - Personal Protective Equipment

1910.132 - General requirements.

1910.133 - Eye and face protection.

1910.134 - Respiratory Protection.

1910.134 App A - Fit Testing Procedures (Mandatory).

1910.134 App B-1 - User Seal Check Procedures (Mandatory).

1910.134 App B-2 - Respirator Cleaning Procedures (Mandatory).

1910.134 App C - OSHA Respirator Medical Evaluation Questionnaire (Mandatory).

1910.134 App D - (Mandatory) Information for Employees Using Respirators When not Required Under Standard.

1910.135 - Head protection.

1910.136 - Occupational foot protection.

1910.137 - Electrical protective devices.

1910.138 - Hand Protection.

1910 Subpart I App A - References for further information (Non-mandatory)

1910 Subpart I App B - Non-mandatory Compliance Guidelines for Hazard Assessment and Personal Protective Equipment Selection.

1910 Subpart J - General Environmental Controls

1910.141 - Sanitation.

1910.142 - Temporary labor camps.

1910.143 - Nonwater carriage disposal systems.

1910.144 - Safety color code for marking physical hazards.

1910.145 - Specifications for accident prevention signs and tags.

1910.145(f) App A - Recommended color coding

1910.145(f) App B - References for further information

1910.146 - Permit-required confined spaces

1910.146 App A - Permit-required Confined Space Decision Flow Chart

1910.146 App B - Procedures for Atmospheric Testing.

1910.146 App C - Examples of Permit-required Confined Space Programs

1910.146 App D - Confined Space Pre-Entry Check List

1910.146 App E - Sewer System Entry.

1910.146 App F - Non-Mandatory Appendix F -- Rescue Team or Rescue Service Evaluation Criteria

1910.147 - The control of hazardous energy (lockout/tagout).

1910.147 App A - Typical minimal lockout procedures

1910 Subpart K - Medical and First Aid

1910.151 - Medical services and first aid.

1910.151 App A - Appendix A to § 1910.151 -- First aid kits (Non-Mandatory)

1910.152 - [Reserved]

1910 Subpart L - Fire Protection

1910.155 - Scope, application and definitions applicable to this subpart.

1910.156 - Fire brigades.

1910.157 - Portable fire extinguishers.

1910.158 - Standpipe and hose systems.

1910.159 - Automatic sprinkler systems.

1910.160 - Fixed extinguishing systems, general.

1910.161 - Fixed extinguishing systems, dry chemical.

1910.162 - Fixed extinguishing systems, gaseous agent.

1910.163 - Fixed extinguishing systems, water spray and foam.

1910.164 - Fire detection systems.

1910.165 - Employee alarm systems.

1910 Subpart L App A - Fire Protection

1910 Subpart L App B - National Consensus Standards

1910 Subpart L App C - Fire Protection references for further information

1910 Subpart L App D - Availability of publications incorporated by reference in section 1910.156 fire brigades

1910 Subpart L App E - Test methods for protective clothing

1910 Subpart M - Compressed Gas and Compressed Air Equipment

1910.166 – 168 - [Reserved]

1910.169 - Air receivers.

1910 Subpart N - Materials Handling and Storage

1910.176 - Handling materials - general.

1910.177 - Servicing multi-piece and single piece rim wheels.

1910.177 App A - Trajectory

1910.177 App B - Ordering information for NHTSA charts

1910.178 - Powered industrial trucks.

1910.178 App A - Powered industrial trucks.

1910.179 - Overhead and gantry cranes.

1910.180 - Crawler locomotive and truck cranes.

1910.181 - Derricks.

1910.183 - Helicopters.

1910.184 - Slings.

1910 Subpart O - Machinery and Machine Guarding

1910.211 - Definitions.

1910.212 - General requirements for all machines.

1910.213 - Woodworking machinery requirements.

1910.214 - Cooperage machinery. [Reserved]

1910.215 - Abrasive wheel machinery.

1910.216 - Mills and calenders in the rubber and plastics industries.

1910.217 - Mechanical power presses.

1910.217 App A - Mandatory requirements for certification/validation of safety systems for presence sensing device initiation of mechanical power presses

1910.217 App B - Nonmandatory guidelines for certification/validation of safety systems for presence sensing device initiation of mechanical power presses

1910.217 App C - Mandatory requirements for OSHA recognition of third-party validation organizations for the PSDI standard

1910.217 App D - Nonmandatory supplementary information

1910.218 - Forging machines.

1910.219 - Mechanical power-transmission apparatus.

1910 Subpart P - Hand and Portable Powered Tools and Other Hand-Held Equipment

1910.241 - Definitions.

1910.242 - Hand and portable powered tools and equipment, general.

1910.243 - Guarding of portable powered tools.

1910.244 - Other portable tools and equipment.

1910 Subpart Q - Welding, Cutting, and Brazing

1910.251 - Definitions.

1910.252 - General requirements.

1910.253 - Oxygen-fuel gas welding and cutting.

1910.254 - Arc welding and cutting.

1910.255 - Resistance welding.

1910 Subpart R - Special Industries

1910.261 - Pulp, paper, and paperboard mills.

1910.262 - Textiles.

1910.263 - Bakery equipment.

1910.264 - Laundry machinery and operations.

1910.265 - Sawmills.

1910.266 - Logging operations.

1910.266 App A - First-aid Kits (Mandatory).

1910.266 App B - First-aid and CPR Training (Mandatory).

1910.267 - Reserved.

1910.268 - Telecommunications.

1910.269 - Electric Power Generation, Transmission, and Distribution.

1910.269 App A - Flow Charts.

1910.269 App B - Working on Exposed Energized Parts.

1910.269 App C - Protection from Step and Touch Potentials.

1910.269 App D - Methods of Inspecting and Testing Wood Poles.

1910.269 App E - Reference Documents.

1910.272 - Grain handling facilities.

1910.272 App A - Grain handling facilities

1910.272 App B - National consensus standards

1910.272 App C - References for further information

1910 Subpart S - Electrical

1910.301 - Introduction.

1910.302 - Electric utilization systems.

1910.303 - General requirements.

1910.304 - Wiring design and protection.

1910.305 - Wiring methods, components, and equipment for general use.

1910.306 - Specific purpose equipment and installations.

1910.307 - Hazardous (classified) locations.

1910.308 - Special systems.

1910.309 – 330 - [Reserved]

1910.331 - Scope

1910.332 - Training

1910.333 - Selection and use of work practices

1910.334 - Use of equipment.

1910.335 - Safeguards for personnel protection.

1910.336 – 398 - [Reserved]

1910.399 - Definitions applicable to this subpart.

1910 Subpart S App A - Reference Documents

1910 Subpart S App B - Explanatory Data

1910 Subpart S App C - Tables, Notes, and Charts

1910 Subpart T - Commercial Diving Operations

1910.401 - Scope and application.

1910.402 - Definitions.

1910.410 - Qualifications of dive team.

1910.420 - Safe practices manual.

1910.421 - Pre-dive procedures.

1910.422 - Procedures during dive.

1910.423 - Post-dive procedures.

1910.424 - SCUBA diving.

1910.425 - Surface-supplied air diving.

1910.426 - Mixed-gas diving.

1910.427 - Liveboating.

1910.430 - Equipment.

1910.440 - Recordkeeping requirements.

1910.441 - Effective date.

1910 Subpart T App A - Examples of conditions which may restrict or limit exposure to hyperbaric conditions

1910 Subpart T App B - Guidelines for scientific diving

1910 Subpart U - [Reserved]

1910 Subpart V - [Reserved]

1910 Subpart W - Program Standard

1910 Subpart X - [Reserved]

1910 Subpart Y - [Reserved]

1910 Subpart Z - Toxic and Hazardous Substances

1910.1000 - Air contaminants.

1910.1000 TABLE Z-1 - TABLE Z-1 Limits for Air Contaminants.

1910.1000 TABLE Z-2 - TABLE Z-2

1910.1000 TABLE Z-3 - TABLE Z-3 Mineral Dusts

1910.1001 - Asbestos.+

1910.1001 App A - OSHA Reference Method - Mandatory

1910.1001 App B - Detailed procedure for asbestos sampling and analysis - Non-Mandatory

1910.1001 App C - Qualitative and quantitative fit testing procedures - Mandatory

1910.1001 App D - Medical questionnaires; Mandatory

1910.1001 App E - Interpretation and classification of chest roentgenograms - Mandatory

1910.1001 App F - Work practices and engineering controls for automotive brake and clutch inspection, disassembly, repair and assembly -- Mandatory

1910.1001 App G - Substance technical information for asbestos - Non-Mandatory

1910.1001 App H - Medical surveillance guidelines for asbestos - Non-Mandatory

1910.1001 App I - Smoking Cessation Program Information For Asbestos - Non-Mandatory.

1910.1001 App J - Polarized Light Microscopy of Asbestos -- Non-Mandatory

1910.1002 - Coal tar pitch volatiles; interpretation of term.

1910.1003 - 13 Carcinogens (4-Nitrobiphenyl, etc.).

1910.1004 - alpha-Naphthylamine.

1910.1005 - [Reserved]

1910.1006 - Methyl chloromethyl ether.

1910.1007 - 3,3'-Dichlorobenzidine (and its salts).

1910.1008 - bis-Chloromethyl ether.

1910.1009 - beta-Naphthylamine.

1910.1010 - Benzidine.

1910.1011 - 4-Aminodiphenyl.

1910.1012 - Ethyleneimine.

1910.1013 - beta-Propiolactone.

1910.1014 - 2-Acetylaminofluorene.

1910.1015 - 4-Dimethylaminoazobenzene.

1910.1016 - N-Nitrosodimethylamine.

1910.1017 - Vinyl chloride.

1910.1017 App A - Supplemental medical information

1910.1018 - Inorganic arsenic.

1910.1018 App A - Inorganic arsenic substance information sheet

1910.1018 App B - Substance technical guidelines

1910.1018 App C - Medical surveillance guidelines

1910.1020 - Access to employee exposure and medical records.

1910.1020 App A - Sample authorization letter for the release of employee medical record information to a designated representative (Non-mandatory)

1910.1020 App B - Availability of NIOSH registry of toxic effects of chemical substances (RTECS)(Non-mandatory)

1910.1025 - Lead.

1910.1025 App A - Substance data sheet for occupational exposure to lead

1910.1025 App B - Employee standard summary

1910.1025 App C - Medical surveillance guidelines

1910.1025 App D - Qualitative fit test protocols

1910.1027 - Cadmium

1910.1027 App A - Substance Safety Data Sheet - Cadmium

1910.1027 App B - Substances Technical Guidelines for Cadmium

1910.1027 App C - Qualitative and Quantitative Fit Testing Procedures

1910.1027 App D - Occupational Health History Interview With Reference to Cadmium Exposure

1910.1027 App E - Cadmium in Workplace Atmospheres

1910.1027 App F - Nonmandatory Protocol for Biological Monitoring

1910.1028 - Benzene.

1910.1028 App A - Substance safety data sheet, Benzene

1910.1028 App B - Substance technical guidelines, Benzene

1910.1028 App C - Medical surveillance guidelines for Benzene

1910.1028 App D - Sampling and analytical methods for Benzene monitoring and measurement procedures

1910.1028 App E - Qualitative and Quantitative fit testing procedures

1910.1029 - Coke oven emissions.

1910.1029 App A - Coke oven emissions substance information sheet

1910.1029 App B - Industrial hygiene and medical surveillance guidelines

1910.1030 - Bloodborne pathogens.

1910.1030 App A - Hepatitis B Vaccine Declination (Mandatory)

1910.1043 - Cotton dust.

1910.1043 App A - Air sampling and analytical procedures for determining concentrations of cotton dust

1910.1043 App B-I - Respiratory questionnaire

1910.1043 App B-II - Respiratory questionnaire for non-textile workers for the cotton industry

1910.1043 App B-III - Abbreviated respiratory questionnaire

1910.1043 App C - Spirometry prediction tables for normal males and females

1910.1043 App D - Pulmonary function standards for cotton dust standard

1910.1043 App E - Vertical elutriator equivalency protocol

1910.1044 - 1,2-dibromo-3-chloropropane.

1910.1044 App A - Substance safety data sheet for DBCP

1910.1044 App B - Substance technical guidelines for DBCP

1910.1044 App C - Medical surveillance guidelines for DBCP

1910.1045 - Acrylonitrile.

1910.1045 App A - Substance safety data sheet for acrylonitrile

1910.1045 App B - Substance technical guidelines for acrylonitrile

1910.1045 App C - Medical surveillance guidelines for acrylonitrile

1910.1045 App D - Sampling and analytical methods for acrylonitrile

1910.1047 - Ethylene oxide.

1910.1047 App A - Substance safety data sheet for ethylene oxide (non-mandatory)

1910.1047 App B - Substance technical guidelines for ethylene oxide (Non-mandatory)

1910.1047 App C - Medical surveillance guidelines for ethylene oxide (Non-mandatory)

1910.1047 App D - Sampling and analytical methods for ethylene oxide (Non-mandatory)

1910.1048 - Formaldehyde.

1910.1048 App A - Substance technical guidelines for formalin

1910.1048 App B - Sampling strategy and analytical methods for formaldehyde

1910.1048 App C - Medical surveillance - Formaldehyde

1910.1048 App D - Nonmandatory medical disease questionnaire

1910.1048 App E - Qualitative and quantitative fit testing procedures

1910.1050 - Methylenedianiline

1910.1050 App A - Substance Data Sheet, for 4,4'-Methylenedianiline

1910.1050 App B - Substance Technical Guidelines, MDA

1910.1050 App C - Medical Surveillance Guidelines for MDA

1910.1050 App D - Sampling and Analytical Methods for MDA Monitoring and Measurement Procedures

1910.1050 App E - Qualitative and Quantitive Fit Testing Procedures

1910.1051 - 1,3-Butadiene.

1910.1051 App A - Substance Safety Data Sheet For 1,3-Butadiene (Non-Mandatory)

1910.1051 App B - Substance Technical Guidelines for 1,3-Butadiene (Non-Mandatory)

1910.1051 App C - Medical Screening and Surveillance for 1,3-Butadiene (Non-Mandatory)

1910.1051 App D - Sampling and Analytical Method for 1,3-Butadiene (Non-Mandatory)

1910.1051 App E - Respirator Fit Testing Procedures (Mandatory)

1910.1051 App F - Medical Questionnaires, (Non-mandatory)

1910.1052 - Methylene Chloride.

1910.1052 App A - Substance Safety Data Sheet and Technical Guidelines for Methylene Chloride.

1910.1052 App B - Medical Surveillance for Methylene Chloride.

1910.1052 App C - Questions and Answers - Methylene Chloride Control in Furniture Stripping.

1910.1096 - Ionizing radiation.

1910.1200 - Hazard Communication.

1910.1200 App A - Health Hazard Definitions (Mandatory)

1910.1200 App B - Hazard determination (Mandatory)

1910.1200 App C - Information sources (Advisory)

1910.1200 App D - Definition of "Trade Secret" (Mandatory)

1910.1200 App E - Guidelines for Employer Compliance (Advisory)

1910.1201 - Retention of DOT markings, placards and labels.

1910.1450 - Occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories.

1910.1450 App A - National Research Council Recommendations Concerning
Chemical Hygiene in Laboratories (Non-Mandatory)

1910.1450 App B - References (Non-Mandatory)

ANEXO 4

ÍNDICES DE CLASE MUNDIAL

Estos índices son los que nos ayudaran a ir Evaluando el desempeño del sistema:

Tiempo Medio entre Fallas: Es la relación entre el producto del numero de ítems (NOIT) por tiempo de operación (HROP) y el numero total de fallas detectadas en esos (NTMC), en el periodo observado.

$$TMEF = \frac{NOIT.HROP}{\sum NTMC}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

Tiempo Medio para Reparación: Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla (HTMC) y el numero total de fallas detectadas (NTMC) en esos ítems.

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC}$$

Este índice debe ser usado, para ítems en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

Tiempo Medio para la Falla: Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables (HROP) y el numero total de fallas detectadas en esos ítems (NTMC), en el periodo observado

$$TMPF = \frac{\sum HROP}{NTMC}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

Disponibilidad de Equipos: Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (Horas Calendario, HCAL) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo, correctivo y otros servicios, HTMN) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado (HCAL).

$$DISP = \frac{\sum (HCAL - HTMN)}{HCAL} X100$$

Costo de Mantenimiento por Facturación: Relación entre el costo total de mantenimiento (CMFT) y la facturación de la empresa en el periodo considerado (FTEP).

$$CMFT = \frac{CTMN}{FTEP} X100$$

Este índice es de fácil cálculo ya que los valores, tanto del numerador como los del denominador, son normalmente procesados por el órgano de contabilidad de la empresa.

Costo de Mantenimiento por el Valor De Reposición: Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo (CTMN) y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (VLRP)

$$CMRP = \frac{\sum CTMN}{VLRP} X100$$

En función del valor de los índices, el grupo de trabajo podrá analizar, con el área involucrada en la existencia del índice, las causas de la ocurrencia, buscando su eliminación futura o alguna acción para minimizarlos.

ANEXO 5

LISTA DE CONTROL PARA HERRAMIENTAS MANUALES				
AREA DE TRABAJO <input type="text"/>		FECHA <input type="text"/>	FECHA PROXIMA REVISION <input type="text"/>	
DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACION		(poner una cruz en la columna correspondiente)		
	CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	SI	NO	
1	Las herramientas que se usan están concebidas y son específicas para el trabajo que hay que realizar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Incorporar herramientas adecuadas.
2	Las herramientas que se utilizan son de diseño ergonómico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Procurar que las herramientas sean fáciles de manejar y sean adecuadas a los trabajadores.
3	Las herramientas son de buena calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Adquirir herramientas de calidad.
4	Las herramientas se encuentran en buen estado de limpieza y conservación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limpiar, reparar o desechar las herramientas en mal estado.
5	Es suficiente la cantidad de herramientas disponibles, en función del proceso productivo y del número de operarios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aprovisionar de más herramientas.
6	Existen lugares y/o medios idóneos para la ubicación ordenada de las herramientas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Habilitar espacios y elementos donde ubicar las herramientas.
7	Las herramientas cortantes o punzantes se protegen con los protectores adecuados cuando no se utilizan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Utilizar fundas protectoras adecuadas.
8	Se observan hábitos correctos de trabajo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Corregir hábitos incorrectos y formar adecuadamente a los trabajadores.
9	Instruir adecuadamente a los trabajadores para el empleo de cada tipo de herramienta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los trabajadores están adiestrados en el manejo de las herramientas.
10	Se usan equipos de protección personal cuando se pueden producir riesgos de proyecciones o de cortes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Utilizar gafas y/o guantes cuando sea necesario.
ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS				

ANEXO 6

LISTA DE CONTROL PARA CONTROLES AUDITIVOS

DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS	(poner una cruz en la columna correspondiente)		PRECISIONES ADICIONALES (obligatoriamente para los puntos marcados con asterisco *)
	SI	NO	
CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO			
Ruido continuo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel: dB (A)
Ruido intermitente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel: dB (A)
Ruido fluctuante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel continuo equivalentedB(A)
Ruidos de impulso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel pico dB (A)
Ruido grave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ruido agudo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Posibilidad de conversar a 3 m ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Posibilidad de conversar a 1 m ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PERCEPCIÓN DEL HABLAY DE SEÑALES SONORAS			
Necesidad de percibir:			
Señales sonoras de peligro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Órdenes o señales orales de advertencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otras informaciones acústicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Necesidad de comunicarse con otras personas ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
OTROS DATOS			
Duración diaria de exposición al ambiente ruidoso h			
Nivel habitual de exposición sonora (si se sabe) dB (A)			
Otros datos útiles para la definición del protector auditivo			
.....			

LISTA DE CONTROL PARA USO DE CALZADO PROFESIONAL

DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS Y LAS CONDICIONES EXISTENTES EN EL TRABAJO Y SU ENTORNO	(poner una cruz en la columna correspondiente)		PRECISIONES ADICIONALES (obligatoriamente para los puntos marcados con asterisco *)
	SI	NO	
RIESGOS MECÁNICOS			
Caída de objetos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRECISIONES ADICIONALES
Aplastamiento de la punta del pie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caída o impacto en el talón.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Caída por resbalamiento.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pisar objetos punzantes y cortantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Torcedura del pie producida por suelo muy irregular..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
RIESGOS ELÉCTRICOS *			
Contactos eléctricos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tensión V
Descargas electrostáticas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
RIESGOS QUÍMICOS *			
Polvos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Naturaleza de los productos químicos
Disolventes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aceites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros (indíquese)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	