



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

**Plan de Mantenimiento Preventivo y de Seguridad e Higiene Industrial para
el nuevo Taller de Autoservicios Cofal**

César Augusto Cruz De Mata

**Asesorado por Ing.
Edwin Estuardo Sarceño Zepeda**

Guatemala, Septiembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE
INDUSTRIAL PARA EL NUEVO TALLER DE AUTOSERVICIOS COFAL**

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

POR

CÉSAR AUGUSTO CRUZ DE MATA

ASESORADO POR ING.

EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Sanabria Solchaga
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL PARA EL NUEVO TALLER DE AUTOSERVICIOS COFAL,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 6 de mayo de 2005.

César Augusto Cruz De Mata

DEDICATORIA

A:

- | | |
|------------------|--|
| Dios | Por ser mi Padre Celestial que me guía en todo momento. |
| mis padres | César Augusto Cruz Mendizábal y Erika Fabiola De Mata de Cruz, por brindarme todo su amor y apoyo para alcanzar todas mis metas. |
| mis abuelos | Jesús Maria De Mata Morales (+) y Rosa De Mata de De Mata (+), por haberme dado todo su amor y sabios consejos, (Q.E.P.D), y César Cruz y Concha Mendizábal. |
| mis hermanos | Por brindarme su afecto y apoyo. |
| mis tíos | Por ser cada uno de ellos especiales, con mucho cariño y respeto. |
| mis primos | Por compartir conmigo a lo largo de mi vida, y para que mi logro les sirva de ejemplo. |
| mi demás familia | Por que cada uno de ellos ha compartido buenos y malos momentos de mi vida. |

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

ÍNDICE GENERAL

GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Descripción actual del taller de autoservicios	1
1.2 Sistema actual de servicio prestado por el taller	2
1.2.1 Operación del servicio a prestar	3
1.3 Estudio de los equipos del taller	4
1.3.1 Compresores	4
1.3.1.1 Tipos de compresores	7
1.3.2 Bombas hidroneumáticas	8
1.3.2.1 Bombas centrifugas y axiales	9
1.3.2.2 Teoría de las bombas	13
1.3.3 Bombas para el transporte de aceite y grasa	15
1.3.4 Puentes elevadores hidráulicos	16
1.3.5 Planta eléctrica	17
1.3.6 Almacenamiento de materiales y su manejo	18
1.3.7 Equipos de aire acondicionado	19
1.4 Estudio de los equipos nuevos a implementar	19
1.4.1 Compresor de tornillo rotativo	19
1.5 Características de diseño del nuevo taller	20
1.5.1 Factores que controlan la selección del sitio	21
1.6 Mecanismos de seguridad implantados actualmente	22
1.6.1 Equipo eléctrico	27
1.6.2 Prevención de enfermedades profesionales	28

2. FASE TÉCNICO-PROFESIONAL

2.1	Mantenimiento	31
2.1.1	Factores que determinan la importancia del mantenimiento	32
2.1.2	Actividades respecto al mantenimiento que deben mejorarse	32
2.1.3	Índole del problema de mantenimiento	34
2.1.4	Eficiencia del mantenimiento	34
2.1.5	Decisiones respecto al mantenimiento	35
2.1.6	Atribuciones del mantenimiento	35
2.1.7	Funciones específicas del mantenimiento	36
2.2	Mantenimiento preventivo	36
2.2.1	Funciones secundarias de mantenimiento	39
2.2.2	Responsabilidades del departamento de mantenimiento ante la dirección de la empresa	40
2.2.3	Responsabilidades ante el departamento de producción de la empresa	41
2.2.4	Mantenimiento de la red de aire comprimido	41
2.2.4.1	Limpieza de la red antes de ponerla en funcionamiento	42
2.2.4.2	Mejoras aplicables a la instalación existente	43
2.2.4.3	Calidad de los accesorios	45
2.2.5	Consideraciones para la construcción de una nueva red de aire comprimido	46
2.2.6	Compresor de tornillo rotativo	50
2.2.6.1	Criterios para la selección del compresor	52

2.2.6.2	Componentes para el sistema de aire comprimido	53
2.2.6.3	Criterios para el diseño de sistemas	54
2.2.7	Instalación, operación y mantenimiento de bombas	55
2.2.7.1	Montaje de la bomba	57
2.2.7.2	Cebadura	57
2.2.7.3	Válvulas para bombas	58
2.2.7.4	Materiales para las bombas	59
2.2.7.5	Impulsores y anillos desgastables	59
2.2.7.6	Cojinetes	63
2.2.7.7	Acoplamientos	64
2.2.8	Puentes elevadores hidráulicos	64
2.2.9	Mantenimiento del motor diesel de la planta eléctrica	65
2.2.9.1	Inyección de combustible	66
2.2.9.2	Filtro de aire	67
2.2.9.3	Aceite lubricante	67
2.2.9.4	Ajuste de válvulas	68
2.2.9.5	Turboalimentador	68
2.2.9.6	Sistema de enfriamiento	69
2.2.9.7	Combustible	69
2.2.9.8	Motor frío	70
2.2.9.9	Escape	71
2.2.10	Identificación y control de los materiales	71
2.2.10.1	Código de barras	72
2.2.10.2	Equipo para almacenamiento	73
2.2.11	Características del nuevo sistema de acondicionamiento de aire	74

2.2.11.1	Diseño del sistema de acondicionamiento de aire	75
2.2.11.2	Instalación del sistema de acondicionamiento de aire	76
2.2.11.3	Operación, mantenimiento y servicio del sistema de acondicionamiento de aire	77
2.3	Mecanismos de seguridad	78
2.3.1	El desafío a la gerencia de seguridad	79
2.3.2	Significado del trauma	80
2.3.3	Accidentes versus lesiones	81
2.3.4	Identificación de las causas de lesión	81
2.3.5	Definición de términos	84
2.4	Importancia de la supervisión	87
2.4.1	El supervisor de primera línea	88
2.4.2	El ingeniero o especialista en seguridad	90
2.4.3	Programación básica de la seguridad	90
2.4.4	Departamento de mantenimiento	91
2.4.5	Actividades de la seguridad	94
2.4.6	Desarrollo de un plan de seguridad	96
2.4.7	Funciones del director de seguridad	98
2.5	Higiene industrial	99
2.5.1	Toxicología industrial	100
2.5.2	Envenenamiento agudo y crónico	101
2.5.3	Formas de los contaminates atmosféricos	102
2.5.4	Control del ambiente	103
2.6	Protección personal	104
2.6.1	Protección de los ojos	105
2.6.2	Protección de la cara y los ojos	106

2.6.3	Protección de los dedos, las manos y los brazos	107
2.6.4	Protección de los pies y las piernas	108
2.6.5	Protección contra el ruido	109
2.6.6	Equipo respiratorio protector	110
CONCLUSIONES		113
RECOMENDACIONES		115
BIBLIOGRAFÍA		117

GLOSARIO

Accesorios	Son todos aquellos sistemas que complementan a una maquinaria para su adecuado funcionamiento.
Accidente	Es la ocurrencia inesperada de un daño físico o químico a una estructura animada o inanimada.
Acoplamiento	Forma una conexión semipermanente entre dos ejes o árboles, puede ser del tipo rígido, flexible o hidráulico.
Anillos desgastables	Proporcionan un sello contra fugas entre el impulsor y la carcasa.
Bomba	Máquina para elevar el agua u otro líquido, y darle impulso en dirección determinada
Capacidad	Es la cantidad de aire libre realmente aspirado por un compresor.
Cebadura	Procedimiento para expulsar el aire contenido en la bomba por medio de una válvula provista para este fin.

Cojinetes de bolas	Elementos antifricción más comunes utilizados en las bombas centrífugas.
Compresor	Maquina en la cual volúmenes sucesivos de gas son confinados dentro de un espacio cerrado y elevados a una mayor presión, empujando luego el gas comprimido fuera de la cámara.
Enfermedad profesional	Alteración más o menos grave de la salud, ocasionada por la realización de alguna actividad o trabajo.
Equipos	Instrumentos y aparatos especiales necesarios para la realización de un trabajo.
Equipo eléctrico	Son todos los accesorios necesarios en un establecimiento industrial.
Escape de bomba	Es la fuga interna desde la descarga hasta la succión y varía mucho de acuerdo a la presión diferencial y la viscosidad.
Filtro de aire	Accesorio que sirve para atrapar partículas de polvo, aumentando así la vida útil del motor.
Higiene industrial	Ciencia que se dedica a la anticipación, evaluación y control de aquellos factores estresantes del ambiente que surgen en el lugar de trabajo, los cuales pueden causar enfermedad.

Impulsor	Grupo de paletas rotatorias que descarga el líquido a una presión más alta y a mayor velocidad en su periferia.
Lesión	Daño corporal causado por una herida, golpe o enfermedad.
Mantenimiento	Es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y de él servicio para lo que fue diseñado.
Mantenimiento Preventivo	Se define como la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción.
Planta eléctrica	Generadora de energía en una instalación industrial por medio de un motor de combustión interna.
Protección personal	Es una consideración importante y necesaria en el desarrollo de un programa de seguridad, para evitar los accidentes y enfermedades profesionales.
Red de aire comprimido	Sistema que ofrece la cantidad correcta de aire a la presión y calidad adecuadas, con economía de costos.

Toxicología	Es la ciencia que se encarga del estudio de las propiedades venenosas o tóxicas de sustancias.
Trauma	Se refiere normalmente a los tipos comunes de heridas, cortes, punciones, rozaduras, magulladuras y quemaduras.
Turboalimentador	Dispositivo mecánico que se acopla a los motores de combustión interna con el objeto de mejorar su rendimiento.
Válvulas	Mecanismos que deben abrirse y cerrarse en el momento adecuado, cuando el motor está en funcionamiento, con el fin de permitir el ingreso de la mezcla aire – combustible a los cilindros, así como para evacuar los gases producidos por la combustión.

RESUMEN

El presente trabajo nos presenta un plan de mantenimiento preventivo y de seguridad industrial para el nuevo taller de autoservicios cofal, el cual fue desarrollado por medio de dos fases, las cuales nos dictan los lineamientos a seguir para desarrollar dicho plan.

La fase de investigación tiene el objetivo de reconocer el área y los equipos involucrados en el proyecto, realizando un diagnóstico de los mismos para sentar las bases que justifiquen el área técnico-profesional.

En la fase técnico-profesional se diseña, calcula y se realizan todos los procedimientos técnicos que resuelvan el problema planteado.

En la primera fase se hace una descripción actual del taller de autoservicios, así como el sistema de servicio prestado por el mismo, se sigue con un estudio de los equipos que se utilizan en el centro de servicio, los cuales comprenden a un compresor que es parte de una red de aire comprimido y todos sus accesorios y sistemas que se necesitan para el funcionamiento de la misma, un equipo hidroneumático para el abastecimiento de agua del taller, así como una serie de bombas transportadoras de aceite y grasa para los servicios a realizar a los vehículos, se cuenta, también, con una serie de puentes elevadores hidráulicos que nos facilitan los trabajos mecánicos y nos ahorran tiempo y costo de la mano de obra, se sigue con la planta eléctrica del taller, la cual nos brinda un servicio importante en caso que exista un corte de energía eléctrica, un sistema de almacenamiento de materiales y su manejo, el cual nos permite llevar un adecuado control de toda la herramienta con que se cuenta, así como todos los materiales que son necesarios para todas las actividades a

realizar, por último, se tiene un equipo de aire acondicionado para las oficinas del taller y las áreas de trabajo.

En la segunda fase se da solución a todos los problemas planteados en la fase anterior, desarrollando el plan de mantenimiento preventivo y de seguridad e higiene industrial.

OBJETIVOS

- **General**

Planificar y organizar un departamento de mantenimiento preventivo en el nuevo taller, capacitando al personal técnico en la correcta utilización de todos los equipos para garantizar su buen funcionamiento, proporcionando los principios de cimentación de máquinas y montaje de las mismas, previendo las situaciones de actos y condiciones inseguras para garantizar la salud laboral.

- **Específicos**

1. Mejorar la situación actual de mantenimiento en el taller, para hacer más eficiente todas las operaciones.
2. Implementar programas de mantenimiento para cada equipo.
3. Capacitar a la persona encargada de mantenimiento en el taller sobre cimentación de maquinaria y equipo, tanto de carga estática como de carga dinámica.
4. Implementar programas de seguridad e higiene industrial.
5. Cumplir con el mantenimiento de los equipos, evitando así paros o fallas que interrumpan los trabajos del personal técnico.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue realizado en el taller de autoservicios cofal con el propósito de implementar un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para el mismo, en donde se percibió la necesidad de mejorar el funcionamiento del taller debido a la construcción de un nuevo centro de servicio, por la demanda de espacio requerida para la realización de los diversos trabajos mecánicos. Debido a que el taller ofrece sus servicios a diferentes marcas de automóviles, es muy importante contar con un adecuado plan que nos sirva para mantener el funcionamiento de todos los equipos que son necesarios para poder realizar los trabajos requeridos por los clientes.

Es muy importante contar con unas adecuadas instalaciones para este tipo de trabajo, ya que, se deben cumplir estándares internacionales que son mandados por la empresa japonesa, cuya misión es ofrecer a los clientes vehículos, repuestos y servicio de la más alta calidad y prestigio mundial, buscando satisfacer sus expectativas y necesidades, por medio de personal altamente calificado.

El trabajo presenta una descripción actual y sistema de servicio prestado por el taller, realizando un estudio de todos los equipos que actualmente posee, verificando el correcto funcionamiento de los mismos para poder prestar el adecuado servicio para lo que son requeridos. Se cuenta con una red aire comprimido, un equipo hidroneumático, bombas para el transporte de aceite y grasa, puentes elevadores hidráulicos, planta eléctrica, bodega de almacenamiento de materiales y herramientas y un equipo de aire acondicionado para las oficinas y área de trabajo del taller.

La fase técnico profesional nos proporciona todos los medios para implementar el plan de mantenimiento, con el cual mejoraremos el servicio a prestar, debido a la construcción del nuevo centro de servicio se vio la necesidad de cambiar el equipo de la red de aire comprimido, por lo que se espera que se instale un nuevo compresor de tornillo rotativo y se haga un reacondicionamiento de los equipos en el nuevo taller. Todo esto se logró realizando por tres meses actividades de supervisión, inspeccionando el funcionamiento de todos los equipos, así como los trabajos de los técnicos encargados del mantenimiento de los mismos, se contó con la ayuda del encargado de mantenimiento, el gerente de operaciones, el cual proporcionó la información necesaria para poder realizar el trabajo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción actual del taller de autoservicios

El taller central de autoservicios cofal se encuentra ubicado en la zona cinco de la ciudad de Guatemala, cuenta con adecuadas instalaciones para los servicios de carácter mecánico requeridos por los clientes, ya que por ser el más grande, posee un espacio adecuado para poder realizar los servicios de mantenimiento a los vehículos que así lo requieran. Cuenta con todos los equipos y herramientas necesarias para prestar un servicio de calidad a los clientes, pero debido al incremento en la venta de automóviles, el espacio se hace cada vez más reducido, por lo que se necesita de un nuevo centro de servicio que cumpla con todas las normas de calidad y de seguridad que demanda el mercado actual de automóviles.

El taller ha prestado por cuatro décadas los servicios de mecánica automotriz, por lo que lo convierte en uno de los mejores talleres de Guatemala. Debido a la creciente demanda de vehículos nuevos es muy importante tener en cuenta que el taller necesita de un reacondicionamiento de todos sus equipos, ya que la mayor parte de ellos tienen muchos años de funcionamiento, por lo tanto ya han cumplido su tiempo de vida útil. Actualmente todos los equipos y herramientas cuentan con un plan de mantenimiento, pero debido a la construcción del nuevo centro de servicio, y la adquisición de nuevos equipos es necesario implementar un completo plan de mantenimiento preventivo y de seguridad industrial.

1.2 Sistema actual de servicio prestado por el taller

El servicio que se presta actualmente es de muy buena calidad, ya que se cuenta con todo el personal capacitado para realizar las tareas que se requieran. Es por ello que se han establecido una serie de normas para la debida atención al cliente, entre las que están:

- ✓ Abordar al cliente, atendiéndole con amabilidad y cortesía, no esperando que el cliente llegue hacia la persona que ofrece el servicio.
- ✓ Escuchar las necesidades o requerimientos del cliente, haciendo preguntas, escuchar atentamente, confirmar lo escuchado y ofrecer soluciones.
- ✓ Darle seguimiento al vehiculo recibido, informándose de la etapa en que se encuentra para poder proporcionar la información correcta al cliente.
- ✓ Cumplir con lo ofrecido y comprometido, jamás sobre prometa, siempre sobre cumpla.
- ✓ Brindarle al cliente credibilidad y confianza en el servicio, ofreciendo valor agregado.
- ✓ Atender un cliente a la vez y de acuerdo al orden que le corresponda.
- ✓ Ofrecer o promover la venta de accesorios, llantas, baterías, etc. Así como también trabajos que requieran enderezado y pintura.

1.2.1 Operación del servicio a prestar

- Como primer paso el cliente ingresa a la puerta y el guardia de seguridad le indica que se estacione en el área indicada. El guardia le coloca un cono dependiendo del servicio solicitado.

Si viene a:

- Baterías, cono blanco.
 - Llantas, cono naranja.
 - Servicio, se le coloca un cono con número correlativo para atención.
-
- Como segundo paso el asesor de servicio saluda cortésmente al cliente, y le pregunta en que le puede servir, y le asesora según el trabajo que sea necesario realizar.
 - Se le colocan fundas de protección al automóvil.
 - Se llena la contraseña del vehículo, revisando minuciosamente todos los artículos que se quedan dentro del mismo, así como estado exterior del vehículo. En todo momento el asesor de servicio debe tener un contacto verbal o visual con el cliente, ya que de esta forma se le puede notificar de cualquier daño o hallazgo.
 - Si el cliente reporta algún ruido o problema en marcha se debe de llamar a un jefe de grupo para que pruebe el vehículo con el cliente.
 - Se le coloca un cono numerado dependiendo del servicio.
 - ✓ Amarillo para servicios regulares y mayores.
 - ✓ Azul para servicios menores.
 - ✓ Rojo reclamos.
 - ✓ Verde para reparaciones generales.

1.3 Estudio de los equipos del taller

Se entiende por equipos a toda la maquinaria necesaria para realizar los trabajos mecánicos que necesitan operaciones especiales, ya que estos ahorran tiempo y facilitan la mano de obra del personal técnico. Es por ello que hay que considerar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del taller, con el fin de conservarlos, y estos puedan brindar el servicio para lo que fueron diseñados.

El taller de autoservicios cuenta con una serie de máquinas necesarias para el funcionamiento del mismo, entre las cuales podemos mencionar:

- Compresores.
- Bombas hidroneumáticas.
- Bombas para el transporte de aceite y grasas.
- Puentes elevadores hidráulicos.
- Planta eléctrica.
- Almacenamiento de materiales y su manejo en la bodega
- Equipos de aire acondicionado.

1.3.1 Compresores

El aire comprimido tiene una infinidad de aplicaciones, debido a su adaptabilidad y facilidad de transporte, con el cual pueden operar máquinas y herramientas. La compresión se realiza con diversos propósitos, entre los cuales están los siguientes:

- Transmisión de potencia.
 - Alimentación de un proceso de combustión.
 - Transporte y distribución de gas.
 - Hacer circular un gas a través de un proceso o sistema.
 - Obtención de condiciones más favorables en una reacción química.
 - Obtención y mantenimiento de niveles de presión reducidos mediante la remoción de gases del sistema.
- a) Transmisión de potencia: El aire comprimido se usa para accionar una gran variedad de herramienta y maquinaria como lo son los taladros y los martillos neumáticos, chorros de arena y pulverizadores para preparar superficies metálicas y protegerlas, bombas; y en general para accionar todos aquellos equipos que funcionan con motores neumáticos.
- b) Alimentación de procesos de combustión: La compresión de aire es factor de capital importancia para mejorar el funcionamiento de los motores de combustión interna así como de las turbinas de gas.
- c) Transporte y distribución de gases: La manera mas económica de transportar y distribuir gases por tuberías es comprimiéndolos previamente antes de introducirlos en las mismas.
- d) Auxiliar de procesos químicos: Mediante la compresión se obtienen condiciones favorables en algunas reacciones químicas como en la obtención de oxígeno, nitrógeno y gases raros en forma líquida para lo cual se comprimen primero enfriándolos hasta alcanzar el punto de licuefacción.
- e) Accionamiento de controles neumáticos: Una gran variedad de controles de procesos industriales son accionados por aire comprimido.

Las presiones relativas requeridas en el suministro de aire comprimido para algunos de los propósitos enumerados son:

- Para controles neumáticos:(1.00 a 15.00 Psi.)
- Para herramienta neumática: (70.00 a 92.00 Psi.)
- Para motores de aire comprimido: (12.00 a 100.00 Psi.)

Se utilizan cuatro métodos para comprimir un gas. Dos son de flujo intermitente, y los otros dos de flujo continuo. Estos métodos consisten en:

Desplazamiento positivo (flujo intermitente)

- Atrapar cantidades consecutivas de gas en una cámara, reducir el volumen incrementando así la presión, y empujar luego el gas comprimido fuera de la cámara.
- Atrapar cantidades consecutivas de gas en un espacio cerrado, trasladarlo sin cambio de volumen a la descarga de un sistema de alta presión y, comprimir el gas por contra flujo del sistema de descarga; finalmente empujar el gas comprimido fuera de la cámara.

Desplazamiento no positivo (flujo continuo)

- Comprimir el gas por la acción mecánica de un impulsor o rotor con paletas en rápida rotación, el cual imparte velocidad y presión al gas que esta fluyendo (la velocidad se convierte en presión en difusores estacionarios o paletas).
- Utilizar un chorro de gas o vapor que arrastre el gas a comprimir para luego convertir la alta velocidad de la mezcla en presión en un difusor localizado corriente abajo.

1.3.1.1 Tipos de compresores

1. Desplazamiento positivo se refiere a que volúmenes sucesivos de gas son confinados dentro de un espacio cerrado y elevados a una mayor presión.
 - a) Compresores reciprocantes son máquinas en las cuales el elemento que comprime y desplaza al gas es un pistón que efectúa un movimiento recíprocante dentro de un cilindro.
 - b) Compresores rotativos son máquinas en las cuales la compresión y el desplazamiento son efectuados por la acción de desplazamiento de elementos que están en rotación.
 - ✓ Compresores de paletas deslizantes son máquinas rotativas en las cuales paletas axiales se deslizan radialmente en un rotor excéntrico montado en una carcasa cilíndrica. El gas atrapado entre las paletas es comprimido y desplazado.
 - ✓ Compresores de pistón líquido son máquinas rotativas en las cuales agua u otro líquido hace las veces de pistón para comprimir y desplazar el gas que se maneja.
 - ✓ Compresores de lóbulo recto son máquinas en las cuales dos impulsores rotativos de lóbulos rectos encajados atrapan el gas y lo trasladan desde la admisión hasta la descarga. En estos casos no hay compresión interna; el aumento de presión se debe al contra flujo.
 - ✓ Compresores de tornillo rotativo o de lóbulos helicoidales son máquinas en las cuales dos rotores de forma helicoidal encajados entre sí, comprimen y desplazan el gas.

2. Flujo continuo

a) Compresores dinámicos son máquinas rotativas en las cuales un impulsor en rápida rotación acelera el gas que pasa a través de este; la cabeza de velocidad es convertida en presión, parcialmente en el elemento rotativo y en los difusores estacionarios o paletas.

- ✓ Compresores centrífugos son máquinas en las cuales uno o más impulsores aceleran el gas, la energía cinética adquirida se transforma en presión en un difusor corriente abajo. El flujo es radial.
- ✓ Compresores axiales son máquinas en las cuales el gas se acelera y desacelera por la acción conjunta de paletas móviles montadas sobre un rotor y paletas fijas montadas sobre un estator, este cambio continuo de momentum genera un aumento en la presión. El flujo principal es axial.
- ✓ Compresores de flujo mixto son máquinas con un impulsor que combina características de los tipos centrífugo y axial.

b) Eyectores son aparatos que se valen de un chorro de gas o vapor a alta velocidad para arrastrar hacia su interior al gas que se quiere comprimir, un difusor localizado corriente abajo convierte la velocidad de la mezcla en presión.

1.3.2 Bombas hidroneumáticas

Es muy importante conocer sobre este tipo de bombas, ya que el taller de autoservicios requiere de un adecuado abastecimiento de agua, tanto para los servicios de uso doméstico, como para los trabajos de lavado de vehículos, en donde el consumo de este líquido es muy elevado.

Ya que cada día se realizan diversas operaciones de limpieza en cada automóvil que tenga asignado un servicio determinado. Se cuenta con dos bombas centrífugas que son las encargadas de mantener un servicio eficiente de suministro de agua, pero se tiene el problema que el equipo hidroneumático tiene muchos años de funcionamiento, lo que ha provocado interrupciones en el servicio. Por tal motivo es necesario cambiar el equipo de distribución para poder tener un adecuado suministro de agua para todas las instalaciones del nuevo taller.

1.3.2.1 Bombas centrífugas y axiales

Estas se dividen en tres clases generales: centrífugas o de flujo radial, flujo mixto, de flujo axial o bombas de hélice. Los elementos esenciales de una bomba centrífuga son: El elemento rotatorio que consiste en el árbol y el impulsor, el elemento estacionario que consiste en la carcasa, los prensaestopas y los cojinetes.

NOMENCLATURA PARA PIEZAS DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS

1. Carcasa.
2. Carcasa (mitad inferior).
3. Carcasa (mitad superior).
4. Impulsor.
5. Propulsor.
6. Árbol de la bomba.
7. Anillo de carcasa.
8. Anillo de impulsor.
9. Tapa de succión.
10. Tapa de estopero.

11. Empaquetadura.
12. Manguito de árbol.
13. Tazón de descarga.
14. Cojinete (interno).
15. Collarín del estopero.
16. Cojinete externo.
17. Bastidor.
18. Tuerca del manguito del árbol.
19. Contratuerca del cojinete.
20. Tuerca del impulsor.
21. Anillo de cabeza de succión.
22. Anillo de tapa de estopero.
23. Anillo de cierre hidráulico.
24. Cubierta de cojinete interno.
25. Cuña del impulsor.
26. Cubierta del cojinete externo.
27. Tapa de cojinete interno.
28. Cuña de la hélice.
29. Tapa de cojinete externo.
30. Buje de cojinete.
31. Desviador.
32. Acoplamiento impulsor.
33. Acoplamiento de bomba.
34. Cuña del acoplamiento.
35. Buje del acoplamiento.
36. Contratuerca del acoplamiento.
37. Pasador del acoplamiento.
38. Tapa de agujero de acceso.
39. Collar del árbol.

40. Collar de empuje.
41. Espaciador de cojinete.
42. Tubo de alojamiento del eje.
43. Sello.
44. Tazón de succión.
45. Tubo de la columna.
46. Cojinete del conector.
47. Tapa de extremo de cojinete.
48. Aceitera.
49. Tubo de sello.

En la bomba centrífuga, el líquido es forzado por la presión atmosférica u otra hacia un grupo de paletas en rotación que viene a ser un impulsor que descarga el líquido a una presión más alta y a mayor velocidad en su periferia, luego la mayor parte de la energía de velocidad se convierte en energía de presión por medio de una voluta o con un grupo de paletas de difusión estacionarias que rodean la periferia del impulsor. Las bombas con carcasa de voluta se llaman bombas de voluta, las que tienen paletas difusoras se llaman bombas de difusor; a estas alguna vez se les llamo bombas de turbina, pero este término se aplica a las bombas de difusor, centrífugas, para pozo profundo, verticales, llamadas ahora bombas verticales de turbina

Las bombas centrífugas se dividen en otras categorías, de las cuales varias están relacionadas con el impulsor. En primer lugar los impulsores se clasifican de acuerdo a la dirección principal del flujo con respecto al eje de rotación. Las bombas centrífugas pueden tener: impulsores de flujo radial, impulsores de flujo axial e impulsores de flujo mixto, que combinan los principios de los flujos radial y axial.

Los impulsores se clasifican además, de acuerdo con la disposición del flujo en: de succión sencilla, con una sola entrada en un lado y de succión doble, en que el agua fluye en forma simétrica hacia el impulsor desde ambos lados. También se los especifica por su construcción mecánica en: cerrados, con protección o paredes laterales que cubren los conductos para agua; abiertos, sin protección y semiabiertos o semicerrados.

Si la bomba es del tipo en la cual la carga o elevación se desarrolla con un impulsor sencillo, la bomba se llama de una etapa; cuando se emplean dos o más impulsores que funcionan en serie. La bomba se llama de etapas múltiples. El diseño mecánico de la carcasa añade otra clasificación dividida en sentido axial o dividido en sentido radial, el eje de rotación determina si la bomba es de árbol horizontal, vertical o, a veces inclinado, por lo mismo se les llama bombas horizontales o verticales.

Las bombas centrífugas horizontales se clasifican, todavía más, de acuerdo con la ubicación de la tobera de succión como, 1) succión por el extremo, 2) succión lateral, 3) succión inferior y 4) succión superior. Algunas bombas operan con el líquido que se les hace llegar y se descarga por medio de tuberías. Otras bombas, por lo general las verticales, están sumergidas en el suministro para succión. Por tanto, las bombas verticales a veces se llaman de pozo seco o húmedo. Si las de pozo húmedo son de descarga por el tubo de bajada o columna hacia un punto de descarga encima o debajo del piso de sustentación. En consecuencia a estas bombas se les llama de descarga por encima o por debajo del piso.

1.3.2.2 Teoría de las bombas

La finalidad básica de una bomba centrífuga, en cualquier sistema para manejo de fluidos, es agregarle energía al fluido y, dado que la bomba es una máquina dinámica, depende por completo de los cambios en relaciones de velocidad para producir la energía. Dado que la prueba mensurable de la adición de energía es casi en todos los casos, en la forma de presión estática, ella es parcialmente el resultado de las reducciones de velocidad y de las restricciones que ocurren en el difusor o en la carcasa y hasta ese grado representa una conversión de la energía de velocidad producida por el impulsor. Las relaciones reales de velocidad que existen dentro de una bomba son sumamente complejas y, hasta cierto punto, todavía son desconocidas en su detalle último, pero para fines prácticos, un análisis unidimensional sirve para ilustrar los conceptos básicos, y también como base del diseño de casi todas las bombas centrífugas que se hayan construido.

Las relaciones precedentes constituyen la base para determinar los diámetros del impulsor y los ángulos de paletas requeridos para producir una carga total requerida a una velocidad rotatoria especificada, por supuesto es necesario prever en el diseño de manejo de un volumen específico de flujo, lo cual se logra con facilidad si se provee el área transversal necesaria entre las paletas para pasar el flujo requerido a las velocidades que se determinaron previamente. Después de salir del impulsor, el líquido bombeado entra en un sistema de paletas difusoras rodeadas por una carcasa externa o en forma directa en una carcasa diseñada para contener el fluido y controlar sus velocidades, cuando se utilizan paletas difusoras, se diseñan sobre la base de relaciones de velocidad muy similares a las utilizadas en el diseño del impulsor.

Pero el objetivo es hacer más lento el fluido para convertir la energía de velocidad en energía de presión y además reducir las pérdidas por fricción en el sistema de descarga que está después del difusor. Cuando el impulsor descarga directamente en la carcasa, este componente de la máquina casi siempre se diseña en forma de voluta para proporcionar velocidad constante alrededor de la periferia del impulsor, hasta llegar al punto de entrada a la tobera de descarga. Desde este punto que se suele llamar garganta de la carcasa, hasta la brida de descarga o hasta la entrada a una etapa subsiguiente, la velocidad se reduce en forma gradual. Las circunstancias especiales relacionadas con el diseño o la aplicación de una bomba muchas veces dan por resultado que se modifique el diseño para velocidad constante de esa carcasa y se pueden encontrar variaciones que abarcan todo el rango, desde velocidad constante hasta área constante. Además ahora se diseñan muchas carcasas con una o más paletas espirales de modo que, se aproximen a una condición de semejanza geométrica en relación con el impulsor, lo cual es ventajoso cuando se opera una bomba a capacidades diferentes de las diseñadas. Una carcasa de esta naturaleza representa un esfuerzo por parte del diseñador para obtener el equilibrio óptimo entre la semejanza geométrica deseable y la descarga del difusor y en general la eficiencia alta de la carcasa del tipo de voluta. La forma más común de esa carcasa es el tipo de voluta gemela.

Para los impulsores de flujo axial se pueden aproximar las relaciones de velocidad en forma similar a las utilizadas para las bombas de baja velocidad específica, pero el perfeccionamiento de estas aproximaciones se intenta en una forma un poco diferente, casi siempre por la gran cantidad de datos publicados acerca de perfiles principalmente aerodinámicos aplicables.

En el diseño de las bombas de flujo axial, se suele suponer que será la misma carga desarrollada por los elementos de las paletas dentro de todos los tubos cilíndricos de corriente, entre el cubo del impulsor y su diámetro exterior, por ello la curvatura de las paletas será mayor cerca del tubo que en la periferia. También se suele suponer que la velocidad axial es constante a través del impulsor y para satisfacer esa condición los ángulos de las paletas serán mayores en el cubo que en la periferia, con lo cual se produce la torcedura de la paleta. Al diseñar el elemento de las paletas en el cubo, la periferia y cualquier número razonable de estaciones radiales intermedias, es posible definir la paleta en toda su superficie para producir la carga deseada. La capacidad de diseño se puede establecer en forma simple a partir de la velocidad axial constante y del área anular entre el cubo y la periferia. Los impulsores de flujo axial, en forma casi invariable, descargan en un difusor de paletas diseñado principalmente para convertir en presión la componente tangencial de la velocidad absoluta al salir del impulsor, con lo cual se produce un perfil de velocidad uniforme, sin rotación, en la descarga de la bomba o en la entrada de cualquier etapa subsecuente.

1.3.3 Bombas para el transporte de aceite y grasa

Estas bombas son las encargadas de suministrar los diferentes tipos de aceite y grasa para los servicios de los vehículos, ya que es un sistema de transporte que ahorra tiempo y facilita el trabajo a los técnicos encargados del mantenimiento. El taller cuenta con cuatro bombas que suministran tres tipos de aceite y uno de grasa para los servicios que se realizan, es importante realizar un adecuado mantenimiento de estas máquinas, ya que facilitan el transporte de aceite, es por ello que siempre deben estar en buenas condiciones de funcionamiento para que no existan fugas, así como paros en los trabajos.

1.3.4 Puentes elevadores hidráulicos

Este tipo de mecanismos son importantes para la elevación de los vehículos, cuando estos requieran de algún servicio determinado. El taller cuenta con 16 puentes hidráulicos los cuales se encuentran ubicados uno a la par del otro para lograr el máximo aprovechamiento del espacio y así realizar todos los trabajos que son asignados, estos puentes requieren de una adecuada revisión por parte de técnicos especialistas, ya que de no realizarla es posible que se produzcan accidentes en los cuales la mayoría de veces pueden ser fatales.

Los elevadores eléctricos del tipo de tambor fueron sustituidos por los elevadores del tipo de tracción, los cuales son mucho más seguros debido a la reducción del esfuerzo de tracción cuando el carro o contrapeso llegan al límite de su recorrido, que minimiza la posibilidad de ser arrastrados contra la maquinaria. El proyecto y la construcción de este tipo de equipo deben cumplir en forma estricta con los reglamentos locales que imponen requisitos específicos de seguridad, como el empleo de interruptores de límites, el tipo de mecanismo de frenaje y el número de cables de soporte.

Se utilizan motores de corriente continua que tienen la ventaja de un buen par motor al arranque y fácil control de la velocidad. A los motores para elevadores se los obliga a producir el doble de la torsión nominal con 125 % de la corriente nominal y tienen arranques, paradas, inversiones y marcha con velocidad constante. Para trabajar con voltaje constante, se emplean motores con devanados compound-acumulativo con gruesos campos en serie. Los campos inductores en serie entran en cortocircuito gradual conforme el motor adquiere velocidad, después de lo cual éste trabaja en derivación.

El campo en derivación tiene excitación permanente y la corriente se reduce a un valor bajo conforme aumenta la resistencia, en vez de abrir el circuito cuando el motor está parado.

1.3.5 Planta eléctrica

El taller de autoservicios cuenta con una planta eléctrica de 5 MW para el suministro de energía, cuando este sea necesario, ya que los equipos utilizados para los diversos trabajos mecánicos necesitan de una corriente para poder funcionar, y así facilitar dichos trabajos. El tipo de motor estacionario es de la marca perkins de seis cilindros en línea, alimentado con combustible diesel.

Una planta generadora que da servicio a un sistema se diseña no solo para satisfacer las cargas existentes y esperadas de ese sistema en el que debe funcionar sino también para las obligaciones de mancomunarse e integrarse a sistemas adyacentes. Finalmente las necesidades de servicio que establecen el tamaño, tipo, ubicación y características de diseño de la planta afectarán el costo de la energía entregada. La selección del tipo de planta y la filosofía global que se sigan en el diseño deben ajustarse a una combinación de objetivos, los que pueden incluir una alta eficiencia de operación, inversión mínima, alta confiabilidad y disponibilidad, márgenes máximos de capacidad de reserva, capacidad para cambios rápidos de carga, capacidad de arranque rápido y adaptabilidad en el servicio como reserva rotatoria. Para una planta dada, el diseño debe tomar en cuenta los factores referentes al lugar, como condiciones del subsuelo, meteorología local y calidad del aire, calidad y cantidad del abastecimiento disponible de agua, acceso para la construcción, interconexión para transmisión, entrega y almacenamiento de combustible y facilidad de mantenimiento.

Las plantas pueden ser del tipo cerrado, semicerrado o al aire libre, pueden instalarse componentes auxiliares de reserva para mejorar la confiabilidad, las plantas con motores de combustión interna son sensibles a la pérdida de capacidad, a medida que se aumenta la elevación por encima del nivel del mar.

1.3.6 Almacenamiento de materiales y su manejo

El manejo de materiales dentro de los almacenes o bodegas, a menudo es más costoso que su manejo durante un proceso, pues con frecuencia se requieren grandes extensiones de espacio, equipo costoso, mucha mano de obra y computadoras para el control. Se requieren actividades, instalaciones, equipo y personal de almacenamiento en ambos extremos del proceso, en el lado de recepción o inicial para recibir materia prima y piezas compradas para almacenarlas. Estas funciones tienen la ayuda de diversos subsistemas y equipo, algunos sencillos y poco costosos y otros, complejos y muy costosos. Es esencial la identificación rápida y exacta de los materiales, la puede hacer una persona sólo con sus sentidos o bien con ayuda de aparatos o puede ser automatizada por completo. Los códigos de barras se han convertido en un sistema muy aceptado y confiable para identificar materiales y artículos además de dar entrada a esos datos a un sistema de información y control

El material se retiene, apila o transporta en equipos sencillos, como estanterías, casilleros, tolvas, cajas, canastas, bandejas para carga, tarimas y patines o en sistemas complejos y costosos controlados por computadora, tales como los sistemas automáticos para almacenamiento y retiro.

1.3.7 Equipos de aire acondicionado

El taller actual cuenta con un sistema de aire acondicionado para las oficinas del departamento de operaciones y de atención al cliente. Para los espacios donde se realizan los trabajos de mecánica se cuenta con una serie de ventiladores, ya que por ser un área ventilada y con espacios abiertos no es necesario que exista un sistema de aire acondicionado.

1.4 Estudio de los equipos nuevos a implementar

Debido a que la mayor parte de los equipos del taller se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento, solo se hará un traslado de todos estos al nuevo taller tomando en cuenta todos los procesos que se deben tomar para un adecuado montaje y cimentación necesaria de carga estática así como de carga dinámica. El único equipo nuevo a instalar es un compresor de tornillo rotativo

1.4.1 Compresor de tornillo rotativo

Esta máquina es una unidad rotativa de desplazamiento positivo con dos rotores helicoidales (o tornillos rotativos que comprimen el gas en las cámaras que se forman entre las caras de los lóbulos helicoidales encajados y la carcasa. El elemento básico es la carcasa con su ensamble de rotores, los lóbulos en los rotores no son idénticos. El rotor macho o guía tienen una forma que coincide en la cavidad del rotor hembra o guiado. Alrededor del 85 al 90 por ciento de la potencia es utilizada por el rotor principal; el guiado requiere entre 10 y 15 por ciento a lo sumo.

Hay dos tipos de mecanismo de tornillo rotativo, uno utiliza piñones acoplados para mantener los dos rotores en fase todo el tiempo, esta clase no requiere lubricación y el sello se consigue mediante tolerancias ajustadas. El segundo tipo usa un baño de aceite a lo largo de la máquina para lubricar, sellar y refrigerar el gas comprimido; en este tipo de mecanismo los piñones acoplados generalmente son omitidos. Estas unidades tienen compresión interna, la relación de compresión está determinada por la localización de los bordes de las entrantes, la abertura de descarga y el ángulo de enrollamiento de los lóbulos. Usualmente el rotor principal tiene menos lóbulos que el guiado y por lo tanto opera a mayor velocidad, los diseños varían en el ángulo de hélice y en el contorno de los lóbulos.

1.5 Características de diseño del nuevo taller

La selección del tipo adecuado de edificios para alojar cada paso del proceso es de gran importancia en el rendimiento económico de la planta industrial terminada. Las necesidades de espacio para el equipo de manufactura y las relaciones funcionales entre sus diversas partes en el flujo del proceso determinarán las características básicas de las estructuras que los alojarán. La disposición ideal permitirá que el trabajo se realice casi con tanta libertad como si no existiera el edificio. Los distintos edificios deben conformarse en un grupo armonioso y agradable; lo cual puede requerir cierto reacomodo del equipo de proceso, aunque el funcionamiento del equipo debe seguir siendo la consideración fundamental, una solución global adecuada para el problema tiene que integrar una distribución sólida del equipo con un tipo y montaje convenientes de las estructuras que lo alojen. Es imprescindible elaborar la planeación del sitio en busca de la relación económica de las estructuras y la utilización de ese sitio, se necesita considerar un margen para futuras ampliaciones de las estructuras.

Ubíquese la planta de energía tan en medio como se pueda con respecto a la demanda, teniendo presente el suministro de agua, la entrega de combustible y el espacio de almacenamiento de este último. Considérense los vientos prevalecientes con respecto a la ubicación de las pilas de carbón y otros materiales sueltos que se almacenen a la intemperie y de los que el viento pueda arrastrar polvo.

1.5.1 Factores que controlan la selección del sitio

Se tendrán que hacer estudios del impacto ambiental para casi todos los lugares, es necesario considerar el efecto de las características peligrosas o inconvenientes de las operaciones de la planta en las zonas aledañas. El tamaño del sitio debe ser suficiente tanto para las necesidades futuras de expansión como para brindar protección contra los efectos perjudiciales de industrias vecinas. La disposición de los desechos de la planta se está haciendo cada vez más importante en vista de las tendencias de las leyes.

Son factores importantes las instalaciones para descarga de materias primas como para los productos terminados. La proximidad a sistemas de intercambios de carreteras, y la ausencia de zonas congestionadas pueden ser importantes, el transporte público o el estacionamiento adecuado para los empleados pueden ser factores que se deben considerar. La configuración del terreno y la estructura son de particular importancia para fábricas grandes de una sola planta y para aquellas que tienen necesidades especiales como grandes prensas o cualquier otro tipo de concentración de peso. Deben evaluarse las posibilidades de condiciones de inundaciones, de terremotos o fallas geológicas, suelo o subestructura inestable, y los factores geológicos de la zona.

Normalmente se deben hacer uno o más barrenos profundos en el lugar de la construcción, antes de adquirirlo, es necesario comprobar la disponibilidad de agua potable y para procesos, eliminación de desechos, alumbrado y energía eléctrica, gas y drenaje. La energía eléctrica se puede comprar o generar, se considerarán las necesidades de vapor de agua para procesos y las necesidades de calefacción y acondicionamiento de aire, y se estudiarán las posibilidades de energía solar y energía del viento y el tiempo de combustible del cual dependan tanto la energía eléctrica como la calefacción.

En la mayor parte de las industrias se requerirán estudios del impacto ambiental, en casi cualquier lugar se deben tener en cuenta las leyes ambientales locales, estatales y federales. Se están emitiendo con rapidez cada vez más en los tres niveles y hay que verificarlos a la fecha actual.

1.6 Mecanismos de seguridad implantados actualmente

El taller de autoservicios cuenta actualmente con un buen sistema de seguridad industrial. Un factor fundamental en la prevención eficaz de los accidentes es la provisión de un amplio espacio de terreno en el sitio de la planta, para reducir el amontonamiento de los edificios, la congestión del tránsito en la planta, los riesgos desacostumbrados de incendio, las condiciones inseguras en el patio, etc. El taller por contar con una sola planta tiene la ventaja precisa en relación con los riesgos de incendio, el derrumbamiento del edificio y la iluminación natural.

Debido a sus riesgos inherentes de incendio y explosión, deben controlarse con todo cuidado el almacenamiento, manejo y utilización de los líquidos inflamables.

Es necesario ajustarse a las exigencias de toda reglamentación estatal o local que sea aplicable. Los edificios en los que se realizan operaciones que producen polvo deben diseñarse de modo que presenten un área mínima de proyecciones, de salientes, resaltos y descansaderos para las acumulaciones de polvo.

Pisos, escaleras y pasillos. Probablemente el factor más importante a considerar en relación con los pisos, escaleras, se refiere a lo resbaladizo. Los pisos y las escaleras no deben tener clavos salientes, cabezas de tornillos, etc., deben de ser tan silenciosos como se pueda, ser duraderos y los suficientemente fuertes como para soportar cualquier carga estática o en movimiento. Tiene que considerarse cuidadosamente el peso de la maquinaria industrial y el equipo de manejo de materiales modernos al verificar los cálculos de la carga del piso, los pisos y escaleras deben mantenerse libres de obstrucciones innecesarias con las que puedan tropezar los trabajadores.

Hay que evitar el derrame de aceite, agua, ácido, etc., para eliminar el riesgo de resbalones. En muchos casos, se pueden diseñar protecciones contra salpicaduras, colectores de goteo, para reducir la posibilidad de resbalones. A veces se toman providencias respecto al derrame excesivo de materiales polvosos sobre el piso con la instalación de rejillas de éste, debajo de las que se colocan sistemas de fosos o transportadores para recoger el material que caiga.

Tiene mucha importancia un espacio amplio para pasillos, en donde el tráfico es considerable en el taller debido a las diversas operaciones que se realizan. Los pasillos deben marcarse con claridad para ayudar a que se mantengan despejados, a menudo resulta ventajoso el tránsito de un solo sentido.

A las escaleras se les debe colocar barandales en ambos lados, y en aquellos que tengan más de 88 pulg., de ancho es necesario instalar pasamanos intermedios a la mitad de la misma, resulta conveniente tener escalones antiderrapantes, y también es importante que las escaleras cuenten con una adecuada iluminación.

Salidas y escaleras de incendios, en tanto sea posible todas las puertas deben abrir hacia fuera o con la dirección natural de salida; no deben bloquear pasillos de otros pisos o partes del edificio. En la planta no deben de existir menos de dos medios de salida en cada piso, incluyendo los sótanos, de todos los edificios o secciones, estas salidas tienen que estar separadas de tal manera que no queden expuestas a quedar incomunicadas por un solo incendio local. No es conveniente ubicar las escaleras alrededor o adyacentes a elevadores de pasajeros, a menos que queden separados por muros a prueba de incendio. Las escaleras exteriores de incendios son menos adecuadas que las escaleras interiores como medio de salida, si se utilizan es necesario colocarlas en paredes sin ventanas o disponerlas de manera que las personas que estén en ellas queden protegidas de las llamas que se proyecten de ventanas y aberturas que estén abajo mediante el uso de vidrio alambrado en marcos metálicos estándar, puertas incombustibles, etc. Para que las escaleras exteriores de incendio proporcionen la protección máxima a las personas que las utilicen en caso de una emergencia de ese tipo deben estar encerradas en torres no combustibles que las protejan contra la intemperie, el humo o el fuego, con acceso hacia el edificio apropiado a través de algún balcón, o alguna estructura.

Alumbrado. La luz adecuada guarda una relación definida con la prevención de accidentes.

Las salas de trabajo deben estar bien iluminadas para reducir el esfuerzo de los ojos y la posibilidad de un daño permanente para éstos y eliminar también todo peligro de que los empleados se caigan sobre obstáculos o queden atrapados en la maquinaria, en las zonas oscurecidas.

Ventilación. La falta de una ventilación adecuada en la sala de trabajo tiende a producir fatiga y reduce la actividad de los trabajadores, haciéndolos más susceptibles a los accidentes. En los casos en que se encuentren polvos perjudiciales o vapores nocivos, es necesario tomar medidas para eliminarlos mediante la instalación de sistemas de extracción locales adecuados.

Identificación de las tuberías. Es conveniente adoptar un plan de identificación de los contenidos de las diversas tuberías de modo que, en caso de emergencia, sea posible determinar con rapidez el tipo de servicio que prestan todas ellas.

El manejo de los desechos sólidos comprende dos pasos principales: recolección y disposición. El acondicionamiento de los desechos sólidos comprende la recuperación de aquellos materiales valiosos que ya están presentes, al mismo tiempo que se acondiciona el resto para su conversión, reciclaje o disposición final. La segregación de los desechos sólidos antes de su recolección en desperdicios, desechos combustibles, desechos no combustibles y desechos peligrosos, siempre es un paso provechoso de preacondicionamiento.

Los métodos principales de disposición de los sólidos son incineración, relleno de terrenos y disposición en el océano. El relleno de terrenos requiere que se dispersen y compacten los desechos y se cubran con tierra vegetal.

Este sistema es aplicable a los desechos tanto del tipo biodegradable como no degradable. Debe evitarse la contaminación de agua freática por filtración, mediante la instalación de recubrimientos. Debe tenerse cuidado, en el relleno de terrenos, de los posibles desplomes y formación de gases, la disposición en la superficie queda limitada a los materiales orgánicos biodegradables.

La descarga en el océano esta controlada y aprovecha la configuración en surco del fondo del mismo. En el mar se dispone de los desechos industriales en grandes cantidades, en contenedores, en pacas o a granel. El beneficio en costos de la disposición final en el océano es bastante favorable, en comparación con otras posibilidades, pero debe ser compatible con las consideraciones ecológicas.

La incineración es un proceso de reducción volumétrica en lugar de una disposición de desechos, que conduce a un residuo del que todavía debe hacerse la disposición final. Los poderes caloríficos de los desechos sólidos van desde 5000 Btu/lb., para la basura común y para los desechos industriales, hasta alrededor de 15000 Btu/lb. El aumento reciente de la incineración es afectado por los costos más elevados de los combustibles, los costos de construcción y el gasto agregado por la contaminación atmosférica y el control de los desechos peligrosos.

Otro medio de reducción de los desechos sólidos es la producción de abono, que no se aplica mucho debido al mercado limitado para sus productos, pero finalmente es necesario para mantener un equilibrio ecológico rural-urbano.

1.6.1 Equipo eléctrico

Al considerar el equipo eléctrico para los establecimientos industriales, es necesario tener presente que el riesgo para la vida humana aumenta al aumentar el voltaje. Como consecuencia la economía en el alambrado de transmisión y las piezas de cobre, que se logra por el uso de motores de alto voltaje, puede quedar nulificada al aumentar el peligro de accidentes. Para los motores pequeños, el alumbrado y el servicio general en el interior de las plantas industriales se recomiendan instalaciones de 110 o 220 V. Todos los interruptores, cajas de fusibles, terminales, reóstatos de arranque, motores, ubicados a menos de 8 pies de un piso o plataforma de trabajo tienen que encerrarse o protegerse de tal manera que se evite el contacto accidental con las partes vivas, sin importar el voltaje. Hay que disponer los interruptores de modo que puedan trabarse en la posición de abiertos, para evitar que algún interruptor sea activado accidentalmente cuando se encuentran gentes trabajando en las líneas o el equipo que controla ese interruptor.

El equipo que opera a 550 V y mas debe quedar aislado del demás equipo de operación, en salas separadas o cubriéndolo, tomando medidas para bloquear estas cubiertas. Todas las carcasas, armazones y soportes metálicos de ese equipo deben estar en forma permanente conectados a tierra; no deben utilizarse los tornillos de fijación a la cimentación para ese fin, sino que es necesario usar conductores reales a tierra, es preferible tener estos alambres a tierra accesibles para ser inspeccionados. Todos los circuitos secundarios de bajo voltaje, de 300 V o menos tienen que conectarse permanentemente a tierra siempre que se disponga de un punto neutro para este fin. Es necesario que los circuitos secundarios de 250 V o menos estén conectados permanentemente a tierra, aún cuando no se cuente con un punto neutro.

Las lámparas, herramientas y máquinas eléctricas portátiles están sujetas a condiciones severas de operación. Han ocurrido muchas muertes por choque eléctrico con aparatos eléctricos portátiles, incluso con circuitos de 110 V. El cable que se utilice para dar servicio a equipo portátil debe ser cordón de alto grado, cubierto de caucho, diseñado para el efecto y no el cordón torcido común para lámparas; su accesorio mecánico, tanto hacia el equipo como a la clavija o fuente de energía, debe diseñarse para evitar el doblamiento brusco y las rozaduras que romperían el aislamiento. Debe contarse con enchufes no metálicos para todas las lámparas portátiles. Prácticamente las herramientas y máquinas portátiles mas pesadas no pueden tener sus partes metálicas aisladas del contacto por parte del operador y, en consecuencia, la protección al choque eléctrico debido a una carga accidental tiene que suministrar por medio de un alambre especial a tierra, esta conexión a tierra de protección debe ser en forma de un alambre adicional que éste en el cable que alimenta el aparato.

1.6.2 Prevención de enfermedades profesionales

En cualquier operación industrial en la que se está procesando un material toxico, de tal manera que las personas que están trabajando cerca de la operación quedan expuestas a cantidades apreciables de polvo, vapores o gases, es importante que se adapten medidas adecuadas de control. Para los contaminantes es necesario conocer las características físicas y químicas, en el caso de polvos o vapores, tendrán que determinarse la naturaleza química, el tamaño de la partícula, la solubilidad, etc. Para los gases o vapores líquidos, son importantes la composición, la presión de vapor, el punto de inflamación, etc. En toda contaminación atmosférica, debe conocerse la cantidad de material en la zona en que respiran los trabajadores, antes de poder evaluar el grado de riesgo.

Las características químicas son importantes en la selección de los materiales que van a usarse en la construcción de cualquier equipo de control, en donde la corrosión, etc., podrían ser factores.

Tendrá que llevarse a cabo una investigación cuidadosa para determinar con exactitud las fuentes en las que se están produciendo los contaminantes o de las que se están dispersando. Los tipos más comunes de operaciones que producen polvo son la trituración, el tamizado, la rectificación, el pulido, etc. Prácticamente se encuentra dispersión de polvo en todas las operaciones de manejo en seco de materiales finos. Los vapores se producen por procesos y reacciones químicos y se encuentran con mayor frecuencia en relación con el uso de disolventes. Se han perfeccionado diversos instrumentos y procedimientos de prueba para determinar cuantitativamente las concentraciones o cantidades de varios materiales tóxicos en la atmósfera de una sala de trabajo.

2. FASE TÉCNICO-PROFESIONAL

2.1 Mantenimiento

Se considera que mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y de él servicio para lo que fue diseñado.

Para el administrador, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrado los equipos, instalaciones, etc. Este es el punto esencial y no como erróneamente se ha creído, que el mantenimiento está obligado a la conservación de tales elementos. El servicio es lo importante y no la maquinaria que lo proporciona. Por tal motivo se deben equilibrar, en las labores de mantenimiento, los factores esenciales siguientes:

- Calidad económica del servicio.
- Duración adecuada del equipo.
- Costos mínimos de mantenimiento.

Desde el punto de vista de costo, estos tres factores dan a conocer que existe un costo total de servicio, el cual resulta de:

- Costo inicial del equipo considerando su depreciación.
- Costo de mantenimiento considerando su incremento.
- Costo de falta de servicio.

2.1.1 Factores que determinan la importancia del mantenimiento

- Una creciente mecanización.
- Aumento de inventarios de repuestos.
- Controles más estrictos de producción.
- Plazo de entrega cortos.
- Exigencias crecientes de buena calidad.
- Costos mayores.

2.1.2 Actitudes respecto al mantenimiento que deben mejorarse

A menudo se descuida la función del mantenimiento, ya que para muchas empresas es un mal necesario, como los impuestos. Síntomas de indiferencia hacia el mantenimiento son, entre otros los siguientes:

- Numerosos paros de máquinas.
- Frecuentes horas extraordinarias de trabajo.
- Falta de programas de reposición de componentes de equipo
- Preparación inadecuada del personal de mantenimiento.
- Instalaciones deficientes.

No se aplican principios de administración al mantenimiento, es corriente encontrar que los programas de mantenimiento se hacen al margen de estos principios, los cuales son:

- Planificación orgánica.
- Procedimientos escritos.
- Medición del desempeño.
- Planeación y programación.
- Programas de adiestramiento.
- Técnicas de motivación.
- Control de costos.

Generalmente los directores de mantenimiento se eligen tomando en cuenta sus conocimientos técnicos y su antigüedad en la empresa o en su defecto provienen de grupos de directores de otras ramas, llevándose a cabo, rara vez, programas de adiestramiento con motivo del ascenso, dando como resultado que los directores de mantenimiento tengan mucha capacidad técnica pero poco o ninguna habilidad administrativa.

La posibilidad de disminuir los costos de operación se ha visto limitada en virtud del menosprecio con que se ha visto la función del mantenimiento y la falta de control de costos. Siendo posible lograr la disminución de los mismos a través de:

- Reducción de labores innecesarias por acciones preventivas, mejores métodos y herramientas.
- Mayor productividad de la mano de obra por programación y medida del desempeño.
- Mejor control de costos extraordinarios como tiempo adicional de trabajo, repuestos, etc.

2.1.3 Índole del problema de mantenimiento

Todos los medios físicos de propiedad de una planta pueden fallar o deteriorarse por causas naturales de antigüedad o por defectos del uso. Es posible que las causas del deterioro o fallas sean inherentes al equipo, o bien a consecuencia de factores externos tales como el medio circundante y el personal que en él interviene.

2.1.4 Eficiencia del mantenimiento

El concepto de eficiencia de mantenimiento, sin definir los criterios según los cuales se medirá, carece de sentido.

- Desde el punto de vista de operaciones, el mantenimiento es eficiente si impide las averías o, en caso de que existieran, si vuelve a poner en servicio el equipo en el menor tiempo posible.
- Desde el punto de vista de control de mano de obra, el mantenimiento es eficaz si todo el personal trabaja en todo momento sobre un nivel normalizado de esfuerzo, sin excederse en cuanto a tiempo desocupado razonable y necesario para reponer el cansancio y satisfacer los requisitos personales.
- Desde el punto de vista de control de costos, la eficiencia del mantenimiento podrá medirse en función de la capacidad del departamento del mismo a fin de no sobrepasar su presupuesto de materiales y mano de obra.
- El encargado de seguridad considera eficaz el mantenimiento cuando no se producen accidentes atribuibles a máquinas y equipo.

2.1.5 Decisiones respecto al mantenimiento

- Mantenimiento preventivo contra avería.
- Personal de servicio interno o externo.
- Reparación o reposición.
- Existencia de repuestos.
- Control de asignación de tareas.

En la tentativa de aminorar las averías, la extensión de las operaciones de mantenimiento preventivo puede llegar a tal punto que su costo exceda al de las averías. Incumbe al ingeniero encargado de mantenimiento determinar el punto de equilibrio entre costos de averías y mantenimiento preventivo.

Cuando surge la cuestión de reparación o reposición, tres son las opciones que se presentan:

- Mantener el equipo actual en condiciones de funcionamiento.
- Reparar o modificar el equipo actual.
- Reponer el equipo actual.

2.1.6 Atribuciones del mantenimiento

El servicio de mantenimiento tiene como objeto conservar en perfecto estado de funcionamiento todos los elementos productivos de la empresa como las máquinas e instalaciones, para lograr su máximo rendimiento, con la calidad adecuada y con un mínimo de costo.

- Reparar las averías que pueden producirse en máquinas e instalaciones en un mínimo de tiempo.

- Prever las posibles averías con anticipación suficiente para que estas no se produzcan, eliminando los paros imprevistos.
- Verificar la calidad de fabricación de máquinas e instalaciones para evitar deterioros prematuros.
- Eliminar averías sistemáticas, que producen un aumento en los costos de mantenimiento.
- Realizar una correcta gestión de existencia de repuestos y de materiales de mantenimiento para disminuir las inmovilizaciones de almacén, impidiendo también existencias completas, que pueden originar alargamiento de los paros de los componentes de la producción.
- Reacondicionar máquinas e instalaciones para conseguir un estado próximo al que tenían nuevas.

2.1.7 Funciones específicas del mantenimiento

Estas funciones se clasifican en tres tipos de acuerdo con la naturaleza de su actuación como sigue:

- Mantenimiento de avería.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

2.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo puede definirse como la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción.

Las acciones que tratan de eliminar las averías que originan las interrupciones. Su finalidad es reducir al mínimo las mismas y una depreciación excesiva.

Debidamente dirigido, el mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a las empresas recursos en conservación y operación. Un programa de mantenimiento preventivo, en la acción de mantener en buen estado el equipo, se realiza a través de las visitas, revisiones, lubricación periódica y limpieza.

1. VISITAS

Son inspecciones o verificaciones que se ejecutan periódicamente en las instalaciones y máquinas para comprobar su estado, seguir la evolución de las anomalías aparecidas para atajarlas antes de que lleguen a ser averías.

2. REVISIONES

Son intervenciones que se realizan sobre instalaciones o máquinas para detectar o confirmar las anomalías localizadas durante la visita previa, reparándolas con el fin de dejar el equipo en condiciones de funcionamiento que evite la aparición de averías.

3. LUBRICACION PERIODICA

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

La planificación de la lubricación parte de la información dada por el fabricante de los equipos en cuanto la localización de puntos que necesiten lubricante, periodicidad de aplicación, cambio y limpieza, tipo de lubricante, viscosidad de los mismos, etc. Con estos datos y de acuerdo a las condiciones de trabajo se proceden a la normalización de los lubricantes.

El disponer en una instalación industrial de todos los aceites y grasas recomendados por los fabricantes de los equipos, llevaría a tener una existencia muy grande y variada, con el consiguiente encarecimiento de operaciones y dificultad de adquisición. Para proceder a la normalización se tabularan las propiedades de los lubricantes requeridos, como:

Características (densidad, viscosidad, índice de goteo.)

- Denominación comercial.
- Indicaciones de utilización.
- Contraindicaciones.

Con estos datos se efectúa una comparación con los lubricantes existentes para elegir los más idóneos. El número aconsejable de aceites a tener en una instalación industrial es de 8 a 10 y de 2 a 4 grasas. Luego es conveniente simbolizar con un color cada lubricante para facilitar la aplicación al personal correspondiente. Al tener normalizados y clasificados los lubricantes se procede a elaborar las “Fichas de lubricación”, las cuales deben constar de:

- a) Croquis de la máquina o instalación, con las visitas suficientes para identificar los puntos de aplicación, niveles, etc.

- b) Información de la frecuencia de aplicación en cada punto, tipo de lubricante a emplear, limpieza de depósitos y renovación, etc. Para esta información se puede adoptar la simbología siguiente:

- ✓ Lubricación diaria: ▲
- ✓ Lubricación semanal: □
- ✓ Lubricación mensual: ○

4. LIMPIEZA

Son las acciones que incluyen actividades de limpieza, conservación, señalización, acondicionamiento cromático y prevención contra la corrosión. Se excluyen de esta actividad la limpieza de depósitos de lubricantes por estar considerados dentro de las atribuciones de la lubricación.

2.2.1 Funciones secundarias de mantenimiento

Servicios generales: Consiste en la vigilancia y mantenimiento en servicio de las instalaciones generales de la planta, tales como las instalaciones de vapor, agua (caliente y fría), aire comprimido, baja tensión y alta tensión, edificaciones, pistas de acceso y jardinería.

Transportes internos: Tiene como acción específica los transportes internos de la planta, asegurando que las líneas y secciones de producción estén provistas en el momento adecuado de materia prima, útiles, herramienta, etc. Desplazando de las líneas el producto semielaborado, desperdicio acumulado, etc. Y en general realizando cualquier tipo de transporte interno para el que se le requiera.

Trabajos nuevos: Suele asignársele al mantenimiento este tipo de actividades por lo que debe estar dotado de los medios para realizar cualquier trabajo nuevo que surja en la planta y cuya urgencia o excesivo costo impida su contratación.

Existencia de repuestos y materiales: Tiene por objeto el estudio de los repuestos de máquinas e instalaciones, determinación de existencias, inter cambiabilidad de piezas. Se le asigna la existencia de lubricantes, la gestión del almacenamiento en lo que hace referencia de materiales específicos de máquinas e instalaciones.

Seguridad: La seguridad se incluye en el mantenimiento, por el servicio de la fábrica que mejor conoce la situación y tipo de equipo, sus posibles fallas y los peligros que puede entrañar para el personal.

2.2.2 Responsabilidades del departamento de mantenimiento ante la dirección de la empresa

- a. Que el número de paros no sea mayor a las previsiones establecidas.
- b. Que el costo de las operaciones de mantenimiento no vayan más allá de lo presupuestado.
- c. Que el equipo sea lo más homogéneo posible en lo que se refiere a materiales, herramienta y repuestos.
- d. Que el personal que pertenece al departamento de mantenimiento sea capaz y preparado para cuando se le requiera en los periodos críticos.

2.2.3 Responsabilidades ante el departamento de producción de la empresa

- a. Que los paros imprevistos, cuando se presentan sean lo más breve posible.
- b. Que el paro de maquinas para las visitas preventivas se efectúen en tiempo de descanso para no interrumpir la producción.
- c. Que en el momento de requerirse los servicios de mantenimiento de avería, estos se presenten de inmediato.
- d. Que los intervalos entre reconstrucciones sean lo más largo posible.

2.2.4 Mantenimiento de la red de aire comprimido

La cantidad correcta de aire, la calidad y la presión adecuada son factores determinantes para el buen rendimiento de las herramientas y para el buen aprovechamiento del aire comprimido. Por lo tanto se debe inspeccionar la red de aire comprimido a intervalos adecuados:

- a. Medir la presión de las herramientas utilizadas en la red a mayor distancia del compresor. Anotar el resultado, si la presión desciende cada vez que efectúa una medición, se tendrá que buscar la causa del hecho y tomar la medidas necesarias.
- b. Medir la fuga y anotar el resultado, tomando las medidas necesarias si la fuga aumenta.
- c. Purgar diariamente los filtros. Verificando si la purga automática funciona.

- d. Limpiar los filtros antes que estos provoquen caídas de presión demasiada grande.
- e. Mantener el nivel adecuado de aceite en los lubricadores.
- f. Verificar el secador de aire comprimido, válvulas, uniones y mangueras y corregir inmediatamente todos los defectos que se encuentren.
- g. Actualizar los planos después que la red de aire comprimido haya sido modificada en cualquier punto.

2.2.4.1 Limpieza de la red antes de ponerla en funcionamiento

Por mucho cuidado que se tenga en la instalación, seguramente se tendrán impurezas en la red acabada de instalar. Por esta razón se debe limpiarla antes de ser puesta en funcionamiento, en caso contrario puede dañar los accesorios o la herramientas. Limpiar cada parte de la línea antes de su montaje y el sistema completo antes de instalar cualquier accesorio particularmente sensible. El método más eficaz es lavar el interior de los tubos con parafina o agua, secándolos enseguida con aire seco, también puede limpiarse con aire comprimido, cuando ponga en funcionamiento el sistema por primera vez, deben estar cerradas todas las válvulas. Poner sobrepresión en una parte de la línea y verificar que no haya fugas, luego abrir una salida de aire y eliminar impurezas que puedan haber permanecido en la línea. Finalmente limpiar todos los filtros, repetir el proceso en caso de necesidad.

2.2.4.2 Mejoras aplicables a la instalación existente

- Presión correcta de herramientas. Para constatarlo colocar un manómetro entre la herramienta y la boquilla de unión y efectuar la medición cuando la herramienta esté en pleno funcionamiento. La presión debe ser de 6 bares cuando el consumo de aire de la herramienta esté en su máximo (lo que puede suceder en vacío o bajo carga total, dependiendo del tipo de herramienta). Si la medición indica que la presión es muy elevada se debe instalar un regulador o disminuir la presión del compresor pero si la presión es muy baja continuar buscando su causa.
- Presión correcta en la red. Cuando una herramienta esté en funcionamiento, la presión antes de la unidad de preparación debe ser por lo menos de 6.7 bar. Si los filtros de la instalación están limpios, la presión debe ser de 0.3 bar. más elevada.
- Dimensión correcta de accesorios. La dimensión recomendada de manguera se refiere a una longitud de 5 metros. Si por algún motivo es necesaria una manguera más larga, se debe escoger una dimensión mayor para no causar una caída de presión más grande. Aumente una medida para longitudes de 5-15 y dos medidas para longitudes de 15-20 metros. Las mangueras largas perjudican la lubricación. El diámetro de la manguera en pulgadas debe ser de 1/8 -3/16- 5/16- 3/8- 1/2- 5/8- 3/4- 1.
- Dimensión adecuada de la línea de servicio. Para una sola salida en la línea de servicio, ésta debe ser al menos de la misma dimensión que la recomendada para la manguera.

- Dimensión adecuada de la línea principal. Se mide la longitud de la línea principal sumando la longitud equivalente para los accesorios evaluando el consumo de aire, si solo una línea principal sale de la central de compresión, se emplean las indicaciones para compresores “Cantidad de aire libre suministrado a 7 bar.”, calculando la dimensión necesaria de la línea usando el diagrama de caída de presión. La línea principal debe tener, al menos, la dimensión calculada para ser aprobada.
- Red estable. Poner la línea en sobrepresión cerrando la válvula del compresor, tomando la medida de un manómetro en la red, si la presión cae la red no es estable, poniendo el compresor en funcionamiento automático, manteniendo la red en sobrepresión, verificando que no se use el aire comprimido, midiendo los tiempos de carga y descarga del compresor. Si el compresor trabaja el 10% del tiempo, la fuga es de 10% de la capacidad del compresor. Generalmente todas las redes de aire comprimido comienzan a presentar fugas luego de un tiempo de funcionamiento, normalmente se especifica 5% de la capacidad de compresión para compensar éstas, en caso de haber fugas por más de dicho porcentaje, se debe revisar minuciosamente la red. En pequeñas redes son fácilmente detectables al oír las o sentir las. Los lugares donde se presume la fuga, pueden ser pulverizados o pincelados con líquido para la detección de fugas.

2.2.4.3 Calidad de los accesorios

Para que el equipo funcione correctamente, es necesario que los accesorios sean de la misma calidad que el compresor y las herramientas. Debe tener una alta calidad, con baja caída de presión y se debe tener el manual Atlas Copco que indica la capacidad de sus diferentes accesorios para una presión de 6 bares., y caída de presión de 0.2 bares, la caída de presión para una pieza no debe exceder 0.2 bares.

- ✓ Deben ser estables.
- ✓ Deben resistir tratamiento rudo.
- ✓ Pesar poco.
- ✓ Deben ocupar poco espacio.

Los accesorios son parte del sistema que sucede a la línea de servicio, la escogencia de éstos depende del lugar y aplicaciones del aire comprimido. Son varios los accesorios necesarios para unir una herramienta a la red.

- a. Válvula: De globo con paso total.
- b. Filtro: Con purga semiautomática o totalmente automática. La función del filtro es separar impurezas, tales como oxido y agua.
- c. Regulador de presión: Es usado para herramientas de apriete, también cuando es necesaria una presión estable y cuando no es igual la presión en toda la red.
- d. Lubricador: Se usa para herramientas con tiempos de trabajos frecuentes y cortos.
- e. Uniones rápidas: Unidas a las extremidades de la manguera, aumentan la flexibilidad en el local de trabajo.

- f. Manguera: 3-5 metros de manguera liviana flexible de PVC, son necesarias para asegurar la movilidad en el local de trabajo.
- g. Equilibrador: Un medio auxiliar para aliviar al operador del peso de la herramienta.

En muchos locales al cambiar las herramientas de un lugar a otro, se debe dimensionar todas las salidas escogiendo los accesorios fijos de acuerdo con las necesidades de las herramientas mayores. Las partes móviles (manguera y uniones) deben ser lo más livianas posible, la caída de presión será máximo 0.6 bares, y la presión en la salida de servicio es de 7 bares, escogiendo la dimensión de la instalación tomando en cuenta la longitud de la manguera y el consumo de aire de la herramienta.

2.2.5 Consideraciones para la construcción de una nueva red de aire comprimido

- ✓ En primer lugar se deben de revisar los planos necesarios, marcando los lugares donde se utilizara el aire comprimido.
- ✓ Instalación del compresor: Desde el punto de vista de distribución existen ventajas en ubicar la central de compresión cerca de los puntos de mayor consumo de aire. Cuando se trata de instalaciones nuevas, consideraciones tales como ventilación, recuperación de calor, nivel sonoro y abastecimiento de aire libre y frío, se puede prever en el diseño, pero no así cuando se trata del mejoramiento o reconstrucción de instalaciones ya existentes, donde desafortunadamente muchas veces se depende de características preestablecidas de energía, agua de refrigeración y espacio.

- ✓ Secado de refrigeración o no: Aún cuando una instalación de compresores es hecha en forma tradicional con postenfriador, separador y depósito de aire, parte del vapor de agua irá a condensarse en las líneas. Ahora bien, en cualquier sistema de aire comprimido el agua es una impureza, la cual perjudica la lubricación de las herramientas y causa corrosión en todo el sistema. Por eso al construir una red es indispensable que se considere el modo de evitar que el agua condensada llegue hasta la herramienta. Hoy en día se incorpora como regla general el uso de un secador de refrigeración en la instalación, evitándose así condensaciones cuando la temperatura sobrepasa los 25 grados centígrados. Teniendo la red un secador de refrigeración que funcione bien, no es necesaria la instalación de líneas secundarias, filtros, etc., aunque esto es costumbre, ya que existe a veces la necesidad de desligar temporalmente el secador de refrigeración de la instalación, las líneas tanto secundarias como de distribución, deben tener una inclinación mínima de 0.5% en la dirección del flujo, instalando filtros separadores con drenaje en todos los puntos básicos y uniendo las líneas de servicio por la parte superior de la línea de distribución.
- ✓ Tubería a utilizar: Salvo indicación contraria, escoger tubos de acero o de hierro galvanizado, los tubos soldados presentan frecuentemente menos escamas de reconocimiento que los tubos sin costuras, y son por consiguiente más fáciles de limpiar después de instalarlos. Hay también tubos hidráulicos, que son de acero fabricados en frío, totalmente limpios y de muy buena calidad. Los tubos para enroscar, incluyendo los galvanizados, pueden utilizarse para juntas hasta 25 mm y algunas un poco mayores. Pero es difícil sellar las juntas roscadas; con toda certeza aparecerán fugas al cabo de corto tiempo.

- ✓ Correcta instalación de líneas: Si una central debe suministrar aire a varios locales, vale la pena instalar una línea principal para cada local, se puede desligar el aire para locales que no estén siendo usados sin que el trabajo de los otros sufra alteraciones, también se puede desligar el aire para locales que no estén siendo utilizados y así evitar fugas, se puede medir el consumo de aire y las fugas separadamente para cada local, en caso de necesidad, suplir aire con presiones y calidades diferentes a los diversos locales. Colocar la línea principal interior de la misma forma que las restantes líneas de instalación (en lo más alto de las paredes o en el techo). Las exigencias principales son que las líneas deben ser fáciles de drenar, inspeccionar y mantener, instalando siempre las líneas de distribución de modo que el aire llegue a los locales de trabajo sin usar líneas de servicio demasiado largas, como regla general es mejor instalar la línea de distribución de forma circular que le de la vuelta al local, de este modo podrá haber alimentación de aire desde dos puntos si alguna salida consume más de lo calculado. En grandes líneas circulares conviene instalar una o más líneas transversales para mantener la presión en toda la red, incorporando suficientes válvulas en la red para que sea posible desligar sección por sección durante los trabajos de mantenimiento, escogiendo válvulas de globo con baja resistencia al caudal. La línea de servicio es la última parte de la instalación fija y debe ser llevada lo más corta posible al local de trabajo, habrá que evitar mangueras largas conectadas a la herramienta, uniendo la línea de servicio a la cara superior de la línea de distribución, evitando así que el condensado y las impurezas sigan hasta la salida, la unión podrá hacerse por la parte inferior solo si el aire está bien seco, terminando la línea de servicio con una válvula de paso, de preferencia una válvula de globo con plena sección, de manera que sea baja la caída de presión.

La válvula debe ser colocada para ser fácilmente maniobrable y se puedan revisar fácilmente los accesorios que son montados después de ésta.

- ✓ Caída de presión aceptable: La función de una red de aire comprimido es la de ofrecer aire con una presión que dé a cada herramienta la potencia necesaria, lamentablemente son inevitables ciertas pérdidas en forma de caída de presión. Calcular y compensar de modo correcto estas pérdidas es una parte importante del trabajo previo a la instalación de una red de aire comprimido. La regla para la caída de presión en instalaciones fijas, no puede sobrepasar 0.1 bar., desde la instalación del compresor hasta la llave de servicio que queda a mayor distancia en el sistema. De esta caída de presión, la línea de servicio responde con 0.03 bar., la forma como los restantes 0.07 bar. son distribuidos depende del modo de instalación. Es importante no subdimensionar los tubos fijos. Verse obligado a cambiar para una línea principal de mayor diámetro resultará muchas veces más costoso que instalar desde el inicio una medida mayor de la que indican los cálculos de necesidades inmediatas. Los accesorios son asimismo más fáciles de sustituir sin necesidad de aumentar las dimensiones de la línea. La caída de presión desde la salida de servicio hasta la entrada de la herramienta, no debe exceder los 0.06 bar., para las herramientas con consumo elevado se debe procurar obtener una caída de presión más baja, por ejemplo 0.4 bar., cuando la instalación esté en funcionamiento las impurezas son retenidas en los filtros, cuente por lo tanto con un aumento en la caída de presión de 0.3 bar. sobre el filtro en sus funciones de limpieza.
- ✓ Correcta presión de la red: Sumar la presión prescrita a la herramienta, a la caída de presión que presentará la línea y los accesorios de acuerdo con el razonamiento antes descrito, obteniendo así la presión al inicio de la línea principal.

2.2.6 Compresor de tornillo rotativo

Esta máquina es una unidad rotativa de desplazamiento positivo con dos rotores helicoidales o tornillos rotativos que comprimen el gas en las cámaras que se forman entre las caras de los lóbulos helicoidales encajados y la carcasa. El elemento básico es la carcasa con su ensamble de rotores, los lóbulos en los rotores no son idénticos, el rotor macho guía o rotor principal tiene una forma que coincide en la cavidad del rotor hembra o guiado. Alrededor del 85-90 % de la potencia es utilizada por el rotor principal; el guiado requiere entre 10 y 15 % a lo sumo.

Hay dos tipos de mecanismos de tornillo rotativo, uno utiliza piñones acoplados para mantener los dos rotores en fase todo el tiempo; esta clase no requiere lubricación y el sello se consigue mediante tolerancias ajustadas. El segundo tipo usa un baño de aceite a lo largo de la maquina para lubricar, sellar y refrigerar el gas comprimido; en este tipo de mecanismos y los piñones acoplados generalmente son omitidos. Estas unidades tienen compresión interna, la relación de compresión esta determinada por la localización de los bordes de las entrantes, la abertura de descarga y el ángulo de enrollamiento de los lóbulos. No hay válvulas. Usualmente el rotor principal tiene menos lóbulos que el guiado y por lo tanto opera a mayor velocidad. Los diseños varían en el ángulo de hélice y en el contorno de los lóbulos. Las etapas de compresión son las siguientes:

- La cámara del rotor guiado esta totalmente abierta y se llena con el gas de admisión, la cámara del rotor principal está abierta hacia la admisión, pero todavía no esta llena en su totalidad.
- La cámara del rotor guiado se ha cerrado y la cámara del rotor principal se ha llenado, aunque aún está abierta hacia la admisión.

- Los lóbulos se han entrelazado, las cámaras que casan se juntan y comienzan a disminuir su volumen.
- Las cámaras espirales se hacen más pequeñas. El gas se comprime a medida que es llevado en dirección axial hacia el extremo de descarga. A lo largo de la secuencia de 1 a 4 la cubierta del extremo de descarga ha estado sellando la cámara.
- La abertura de descarga se descubre y el gas comprimido es entregado al sistema.

Mientras esto ocurre con una cámara, las demás están siguiendo el mismo ciclo. El diagrama Pv es similar al del compresor recíprocante para el caso en el cual la relación de compresión es igual a la de diseño. Si la relación de compresión real varía, la unidad sobre o sub comprimirá, el efecto en la eficiencia es pequeño para un intervalo más bien amplio de relaciones de compresión. Es posible tener doble de etapa haciendo un arreglo de dos unidades de compresión en serie, ocasionalmente las dos etapas están en la misma carcasa comunicadas por conductos internos.

Los componentes para un sistema ideal de aire comprimido son:

- Compresor.
- Post- enfriador.
- Recibidor húmedo.
- Prefiltro.
- Secadora.
- Post-filtro.
- Recibidor seco.
- Distribución.

2.2.6.1 Criterios para la selección del compresor

- ✓ Costo inicial: El compresor de tornillo de una sola etapa es el más bajo en costo, el de mayor crecimiento, venta e instalación, típicamente es más bajo en eficiencia.
- ✓ Eficiencia: A plena carga o carga parcial, no todos los diseños son igualmente eficientes para ambos casos, el tornillo de dos etapas es buena opción para toda la industria en general. Los reciprocantes de doble acción son los mejores en eficiencia pero los más costosos como inversión inicial.
- ✓ Mantenimiento: Determinar la capacidad de su personal de servicio en el campo. El costo de mantenimiento típicamente son menores en los equipos de tornillo lubricados, es importante evaluar los parámetros de los costos de mano de obra, repuestos, intervalos de cambio, tiempo muerto, etc.
- ✓ Enfriamiento: Enfriado por aire es de menor costo, la mayoría de los diseños tienen disponible enfriamiento por aire, con excepción de los reciprocantes de doble acción y centrífugos, es importante tener en cuenta la disponibilidad de agua, tratamiento del agua, costo del agua, tipo de ambiente, temperatura, polvo, ventilación.

Los parámetros a tomar en cuenta son:

- Presión.
- Temperatura.
- Humedad relativa
- Contenido de aceite.

2.2.6.2 Componentes para el sistema de aire comprimido

Post-enfriador: Su propósito es reducir la temperatura de salida de aire, aproximadamente 9-13 grados centígrados por encima del ambiente o medio. Entre los beneficios de este es que remueve aproximadamente 60% de la humedad presente en el aire, garantizando que la temperatura del aire en la tubería no represente un peligro.

Secador: Reduce el contenido de humedad del aire, combinado con el post-enfriador el contenido de humedad en la línea de aire se reduce en más de 90%, tiene menores requisitos de mantenimiento de equipos neumáticos, y brinda una mejor calidad de aire.

Post –filtro: Su propósito es eliminar el acarreo de aceite o partículas con secadoras disecantes, entre los beneficios que posee son que brinda una mejor calidad del aire, mejor calidad del producto, aplicaciones de aire de instrumentos, pintura.

Tanque seco: Suministra una reserva de aire limpio para cumplir con las demandas del sistema, dimensionado e instalado correctamente minimiza las fluctuaciones de presión en la línea, evitando que los picos de demanda de aire sobrecarguen el equipo de tratamiento.

Red de distribución: La tubería o caño que lleva o distribuye el producto a toda la planta, es el segundo componente de los sistemas de aire, el cual comprende a la red principal la cual distribuye el aire por toda la fabrica homogéneamente.

2.2.6.3 Criterios para el diseño de sistemas

Selección de secadoras: Se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros.

- Temperatura de admisión.
- Presión de admisión.
- Flujo de aire requerido.
- Punto de rocío requerido.
- Mínima y máxima temperatura ambiente.
- Voltaje de la planta.
- Tipo de aplicación.
- Calidad del aire.

Aceites y vapores de aceite: Acarreo de aceite es la cantidad de lubricante o coolant que pasa a través de la línea.

Contenido de partículas: Depende de las condiciones ambientales; un compresor puede succionar una cantidad considerable de polvo y partículas. Un filtro centralizado puede remover estos contaminantes con la excepción de las partículas provenientes de la superficie interna de la tubería.

Caída de presión: La caída de presión representa el costo que muchas veces pagamos por la calidad del aire. Cada componente para tratamiento del aire utilizara entre 2-12 Psi para llevar a cabo su función, las secadoras de aire entre 3-5 psi. Los filtros de línea generalmente entre 2-10 psi (dependiendo de cuanto tiempo tienen los elementos de filtro en uso), recuerde que 1psi de caída de presión nos cuesta 0.5% de aumento de energía requerida para producirla, así que comprar filtros adicionales no seria una opción costosa.

- Cálculo para la caída de presión.
- Encontrar la caída de presión de los componentes.
- Calcular el largo de tubería o caño.
- Encontrar el largo equivalente y el diámetro de los componentes.
- Calcular el total de la caída de presión.

Filtros: el objetivo es filtrar lo más eficientemente con la menor caída de presión.

- Pre-filtro: Protege los tubos de los intercambiadores de calor de los secadores mal dimensionados.
- Post-filtro: Protege el sistema de distribución de contaminantes.

Los parámetros claves para el mantenimiento de los filtros son:

- Rendimiento.
- Vida del equipo.
- Caída de presión.
- Calidad del aire.

2.2.7 Instalación, operación y mantenimiento de bombas

La instalación, operación y mantenimiento correctos de las bombas centrífugas varían mucho según el servicio a que se destinen y solo se logran buenos resultados en estas áreas si se siguen las instrucciones del fabricante según sea el tamaño y tipo de la unidad. Sin embargo, hay ciertas consideraciones generales que se deben observar y que rara vez, se necesita modificar. En general la localización seleccionada para la instalación debe estar lo más cerca posible de la fuente de fluido, compatible con los requisitos de dejar suficiente espacio libre para permitir el acceso para la operación, inspección y mantenimiento.

La unidad de bombeo debe montar en una cimentación de suficiente tamaño y rigidez para soportar la unidad misma más el peso del fluido que contendrá durante la operación y para mantener una alineación exacta. La tubería debe tener soportes independientes y estar anclada para evitar esfuerzos sobre la bomba, la tubería de succión debe de estar diseñada para minimizar las pérdidas por fricción y para presentar un perfil uniforme de velocidad en la entrada a la bomba. Las válvulas de succión y descarga deben ser las adecuadas para las presiones de trabajo y, en el caso de bombas muy grandes, se puede requerir también soporte independiente. Si la bomba va a tener que funcionar en contra de una altura de succión, se debe de instalar un sistema de cebadura y si va a tener succión sumergida, muchas veces se necesitara instalar un respiradero, se debe tener cuidado de asegurar que todas las conexiones auxiliares para agua de sello, enfriamiento, lavado y drenaje sean las adecuadas según la bomba que se vaya instalar.

Antes de la operación inicial de una bomba centrífuga, hay que asegurarse de que el impulsor o transmisión este conectado en la dirección correcta de rotación, que cualesquiera acoplamientos para árbol, entre los componentes separados de la unidad estén alineados dentro de los límites señalados por el fabricante y que todos los cojinetes estén provistos con la cantidad de los grados de los lubricantes. Luego la secuencia normal para el arranque, será: 1) abrir las válvulas en todas las líneas auxiliares, para agua de sellos, enfriamiento, lavado y derivación, 2) abrir la válvula de succión, 3) cerrar la válvula de descarga para las bombas de baja velocidad especifica cuando no tienen válvula de retención instalada después de la bomba, o abrir la válvula de descarga para bombas de alta velocidad especifica o siempre que se emplee válvula de retención de descarga, 4) cebar o descargar el aire de la bomba según se requiera, 5) poner en marcha el impulsor, 6) abrir la válvula de descarga si se cerro en el paso 3.

Después del arranque y hasta que se haya establecido la operación normal, es aconsejable vigilar la temperatura de los cojinetes, ver si hay fugas por el estopero y otros síntomas externos en el comportamiento de la bomba. Para tener la certeza de un buen funcionamiento, efectúe a la inversa los pasos 6, 5, 3 y 1 del procedimiento para arranque en ese orden. En el aspecto del mantenimiento de la bomba, una regla fundamental de aceptación generalizada es que, mientras la operación siga siendo normal, no se necesita tocar la bomba. No se recomiendan los reacondicionamientos periódicos, la cantidad y grado del mantenimiento se basan primero en la naturaleza del servicio a que se destina la bomba, y por tanto el usuario debe establecer las prácticas de mantenimiento como resultado de su propia experiencia.

2.2.7.1 Montaje de la bomba

Es deseable que las bombas y sus unidades motrices se puedan remover de sus montajes. En consecuencia, se fijan con pernos y espigas a las superficies maquinadas que a su vez están conectadas con firmeza en la cimentación. Estas superficies maquinadas suelen ser parte de una placa de base en la cual ya se ha alineado la bomba y su unidad motriz. Las placas de base son de hierro fundido o de acero estructural, las placas de asiento de hierro fundido o de acero se emplean para bombas verticales de pozo seco y para algunas unidades horizontales de las más grandes.

2.2.7.2 Cebadura

Una bomba centrífuga se ceba cuando los conductos para agua de la bomba se llenan con el líquido que se va a bombear. Cuando se pone en servicio por primera vez, los conductos para agua están llenos de aire.

Para efectuar la cebadura, si el suministro de succión esta a una presión superior a la atmosférica, se expulsa el aire contenido en la bomba por medio de una válvula provista justo para este fin. Si la bomba toma su succión en un suministro que se encuentra debajo de ella, hay que expulsar el aire con algún tipo de dispositivo que produzca el vacío, colocando una válvula de pie en la línea de succión a fin de poder llenar la bomba y ese tubo de succión con liquido o bien mediante una cámara para cebar instalada en la línea de succión. Se puede utilizar casi cualquier recurso para hacer el vacío para cebar las bombas. En la actualidad se utilizan las bombas de vacío accionadas con motor eléctrico.

2.2.7.3 Válvulas para bombas

Válvulas de disco para presiones de 6000 psi, se emplean generalmente válvulas de disco sobre asientos rectificadas. Los asientos son metálicos, con un suave ajuste cónico en el piso de las válvulas. Las válvulas de ala de cara cónica y las de bola se emplean para presiones de 10000 y 30000 psi respectivamente, ya que se pueden rectificar para ser herméticas a la presión con más facilidad que las válvulas planas. Las válvulas de bola y las de inserto de elastómero se emplean para líquidos viscosos y pastas aguadas. La velocidad de flujo para agua fría a través del asiento levantado de la válvula de admisión suele ser 1.5 m/s. Para líquidos viscosos la velocidad puede ser de .46 m/s o menos, para las bombas de pastas aguadas, es de 2.83 a 3.05 m/s. La velocidad a través del puerto de salida, entre la válvula levantada y su asiento, es mucho más alta y depende de la suma de la carga del resorte y del peso de la válvula. El área requerida de contacto del asiento de la válvula con una válvula simple de disco es PA/B , en donde p es la presión sobre la parte superior de la válvula.

2.2.7.4 Materiales para las bombas

Los esfuerzos permisibles en las bombas reciprocantes son menores que en la mayor parte de las máquinas, debido a los choques y al golpe de ariete. Los materiales necesarios para las piezas de las bombas varían según el líquido que se maneja, los aceros de aleación resistentes a la corrosión para bombas se clasifican en diversos tipos de 4 a 10. Las bombas con componentes normalizados tienen émbolos revestidos, válvulas de plástico o de acero, asientos, vástagos y resortes de acero inoxidable para las válvulas. Las válvulas para bombas con componentes de bronce solo difieren en que tienen bielas y pistones de este metal, las bombas hechas totalmente de hierro no tienen ninguna pieza de bronce.

2.2.7.5 Impulsores y anillos desgastables

Los impulsores, además de clasificarlos con referencia al flujo de succión hacia ellos, al componente básico del flujo y a sus características mecánicas, también se clasifican con referencia a su perfil y a sus características de capacidad de carga a una velocidad dada, esta última relación se tratará más adelante, al comentar la velocidad específica. Muchos impulsores se diseñan para aplicaciones específicas. Para aguas negras que suelen contener trapos y materiales fibrosos, se utilizan impulsores especiales que no se atascan, con aristas redondeadas y ambos conductos para agua.

Los anillos desgastables proporcionan un sello contra fugas entre el impulsor y la carcasa, un sello que no tiene piezas sustituibles se utiliza solo en las bombas muy pequeñas y poco costosas. El anillo estacionario se llama anillo de carcasa si está montado en esta, anillo de tapa de succión o anillo de cabeza de succión si está montado en la tapa o en la cabeza.

Y anillo de tapa de prensaestopas (estopero), si esta montado en esa tapa. Hay una pieza renovable, se llama anillo del impulsor, para la superficie de desgaste del impulsor. Las bombas que tienen anillos estacionarios y rotatorios se les llaman de construcción de doble anillo. Hay diversos tipos de diseño de anillos de desgaste y la selección del más adecuado depende del líquido que se maneje, la presión diferencial a través del sello contra fugas, la velocidad de superficie y el diseño particular de la bomba. Las construcciones más comunes de anillos de desgaste son tipo plano y tipo en L.

El empuje hidráulico axial es la suma de las fuerzas desequilibradas del impulsor que actúan en dirección axial, en teoría un impulsor de doble succión esta en equilibrio hidráulico con las presiones sobre un lado iguales y contrabalanceadas a las del lado opuesto, en la practica puede haber cierto desequilibrio, y aún las bombas de doble succión están equipadas con cojinetes de empuje.

El impulsor de flujo radial, de succión sencilla, esta sujeto a empuje axial, porque una parte de la pared delantera esta expuesta a la presión de succión, con una superficie más grande en la pared posterior sujeta a la presión de descarga. Además, un impulsor de suspensión superior y de succión sencilla con un solo prensaestopas esta sujeto a una fuerza axial equivalente al producto del área del árbol a través del estopero y la diferencia entre las presiones de succión y de descarga. Esta fuerza actúa hacia la succión del impulsor cuando la presión de succión es menor que la atmosférica y en dirección opuesta cuando es mayor, para eliminar el empuje axial de un impulsor de succión sencilla se pueden instalar anillos desgastables delantero y posterior en una bomba.

En una cámara que hay en el lado interno del anillo posterior de desgaste, se mantiene una presión aproximadamente igual que la presión de succión por medio de los llamados agujeros de equilibrio de un lado a otro del impulsor. Las fugas por el anillo posterior de desgaste se devuelven al área de succión por esos agujeros.

En las bombas grandes, en lugar de los agujeros se suele emplear una conexión por un tubo. Casi todas las bombas de etapas múltiples se construyen con impulsores de succión sencilla, para equilibrar el empuje axial de estos impulsores se emplean dos disposiciones: 1) todos los impulsores miran en el mismo sentido y están montados en el orden ascendente de las etapas. El empuje axial se equilibra con un dispositivo de equilibrio hidráulico, su utiliza un numero par de impulsores de succión sencilla, la mitad mira en sentido opuesto a la segunda mitad. A este montaje de impulsores de succión sencilla, espalda con espalda, se le suele llamar impulsores opuestos.

Los impulsores de equilibrio hidráulico pueden tener la forma de 1) un tambor de equilibrio, 2) un disco de equilibrio o una combinación de estos. La cámara de equilibrio en la parte posterior del impulsor de la última etapa, esta separada del interior de la bomba por un tambor montado en el árbol. El tambor esta separado por una pequeña holgura radial de la sección estacionaria del equilibrador, llamada cabeza del tambor de equilibrio, que esta fija en la carcasa de la bomba, la cámara de equilibrio esta conectada con la succión de la bomba o en el recipiente en el cual toma su succión la bomba, las fuerzas que actúan sobre el tambor de equilibrio son: 1) hacia el extremo de descarga: la presión de descarga multiplicada por el área delantera de equilibrio del tambor; 2) hacia el extremo de succión: la contrapresión en la cámara de equilibrio multiplicada por el área posterior de equilibrio del tambor.

La primera fuerza es mayor que la segunda y, por ello contrarresta el empuje axial ejercido sobre los impulsores de succión sencilla, el diámetro del tambor se puede seleccionar para equilibrar por completo el empuje axial o para equilibrar de 90 y 95 % de este empuje, si es que se desea una ligera carga de empuje en una dirección específica sobre el cojinete de empuje. El disco rotatorio está separado del disco de equilibrio por una pequeña holgura axial. Las fugas por ese espacio fluyen hacia la cámara de equilibrio y, desde allí a la succión de la bomba o al recipiente para succión. La parte posterior del disco de equilibrio está sujeta a la contrapresión de la cámara de equilibrio, mientras que en la cara del disco existe un rango de presiones. Estas varían desde la presión de descarga en su diámetro más pequeño, hasta la compresión en su periferia. Los diámetros internos y externos del disco se seleccionan de modo que la diferencia entre la fuerza total que actúa en la cara del disco y la que actúa en su cara posterior, equilibrara el empuje axial del impulsor. Si el empuje axial de los impulsores llegara a exceder el empuje que actúa sobre el disco durante la operación, este último se moverá hacia la cabeza del disco y reducirá la holgura axial. La cantidad de fugas por ese espacio se reduce, de modo que las pérdidas por fricción en la línea de retorno de las fugas también se reducen, lo cual disminuye la contrapresión en la cámara de equilibrio.

Esto aumenta de forma automática la diferencia de presión que actúa en el disco y lo aleja de su propia cabeza, con lo cual se aumenta la holgura. Ahora, la presión aumenta en la cámara de equilibrio y el disco se mueve otra vez hacia su cabeza hasta que se restaura el equilibrio. Para asegurar una operación correcta del disco de equilibrio, el cambio en la contrapresión debe ser de una magnitud apreciable, para lograrlo, se coloca un orificio de restricción en la línea conducto de retorno de la fuga.

La combinación de disco y tambor es el dispositivo de equilibrio hidráulico que más se utiliza, incorpora porciones que giran dentro de las holguras radiales de las porciones estacionarias y una cara de disco que gira dentro una holgura axial de otra porción de la parte estacionaria. La holgura radial permanece constante, sin que importe cualquier desplazamiento axial del rotor dentro de la carcasa, pero ese desplazamiento cambia la holgura axial dentro del equilibrador, estos cambios producen cambios en las fugas que, a su vez cambian la caída de presión en las holguras radiales y con ello aumentan o disminuyen el valor promedio de la presión que actúa contra la cara del disco. Estos cambios en la presión intermedia en la cara del disco actúan para mover el equilibrador en la dirección requerida para restaurar el equilibrio y el balance axial.

2.2.7.6 Cojinetes

En las bombas centrífugas se utilizan todos los tipos de cojinetes, incluso el mismo diseño básico de bomba muchas veces se construye con dos o más cojinetes diferentes, según lo requieran las condiciones de servicio. Se suelen emplear dos cojinetes externos en la bomba de doble succión y una etapa para servicio general, uno a cada lado de la carcasa. En las bombas horizontales con cojinetes en cada extremo, el cojinete interno es el que está en la carcasa y el acoplamiento, y el cojinete externo es el que está en el extremo opuesto. Las bombas con impulsores que sobresalen tienen ambos cojinetes en el mismo lado de la carcasa, el cojinete más cercano al impulsor es el interno, el más lejano es el externo. Los cojinetes de bolas son los cojinetes antifricción más comunes utilizados en las bombas centrífugas, los cojinetes de rodillos se usan menos, aunque el cojinete de rodillos esféricos es de empleo muy frecuente en árboles de tamaño grande.

Los cojinetes de bolas que se emplean en las bombas centrífugas suelen ser de lubricación con grasa, aunque para otro servicio se utiliza aceite.

Las chumaceras de camisa se utilizan en las bombas grandes para trabajo pesado con diámetros de árbol de tal proporción que los cojinetes antifricción necesarios no suelen estar disponibles, también se usan para bombas de etapas múltiples y alta presión que trabajan a velocidades de 3600 a 9000 r/min. Todavía otra aplicación es en las bombas verticales sumergidas, como las verticales de turbina, en donde los cojinetes esta en contacto con el agua, casi todas las chumaceras de camisa se lubrican con aceite. Los cojinetes de empuje que se emplean en combinación con las chumaceras de camisa, son Kingsbury.

2.2.7.7 Acoplamientos

Las bombas centrífugas están conectadas a sus impulsores por medio de acoplamientos de diversos tipos, excepto en las bombas con acoplamiento cerrado, en las cuales el impulsor esta montado en una extensión del árbol de la maquina motriz. Los acoplamientos utilizados con la bombas centrífugas pueden ser rígidos del tipo de abrazadera o compresor o flexibles de pasador y tope, de engranes, de rejilla, o de disco flexible.

2.2.8 Puentes elevadores hidráulicos

El mantenimiento de este equipo es muy importante, ya que su uso es bastante seguido y repetitivo, es por ello que su revisión debe realizarse cada tres meses, y así evitar accidentes que pueden ocurrir en caso de falla o desperfectos.

Los puntos de revisión son:

- Tensión de cables.
- Funcionamiento de topes.
- Seguro de brazos.
- Funcionamiento del motor eléctrico.
- Torque de tornillos (bases).
- Descarga de presión.
- Fecha de revisión (sticker).

Nivel hidráulico:

- Normal.
- Bajo.
- Nivelar.

Al realizar un adecuado mantenimiento preventivo de estos equipos podemos llevar un adecuado control de los mismos, ya que nos permite evitar las averías que originan las interrupciones. Es necesario tener un croquis de la máquina o instalación, para poder realizar las visitas suficientes para identificar los puntos de aplicación, niveles, etc.

2.2.9 Mantenimiento del motor diesel de la planta eléctrica

Es necesario conocer los parámetros que nos permitirán un adecuado mantenimiento de un motor diesel. Entre los que podemos mencionar:

- Inyección de combustible.
- Filtro de aire.
- Aceite lubricante.
- Ajuste de válvulas.
- Turboalimentador.
- Sistema de enfriamiento.
- Combustible.
- Motor frío.
- Escape.

2.2.9.1 Inyección de combustible

Las cantidades ideales de combustible y de aire a ser consumidos por el motor, son determinados por el fabricante y resultarán en un buen rendimiento con poco consumo de combustible y bajo índice de emisiones de contaminantes. Una mayor entrega de combustible nos da como resultado mayor consumo de diesel y mayor emisión de hollín. Por lo tanto debemos tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ No altere el volumen de inyección de la bomba.
- ✓ Mantenga los inyectores calibrados y en buen estado.
- ✓ Verifique la sincronización.
- ✓ Verifique el apriete de los porta-inyectores.
- ✓ Realice los trabajos con mucha pulcritud y exactitud.
- ✓ Después de la revisión de la bomba, limpie el sistema y cambie los filtros.
- ✓ Los tubos de inyección deben tener la misma longitud.

2.2.9.2 Filtro de aire

El aire aspirado por el motor debe pasar por el filtro atrapando partículas de polvo, aumentando así la vida útil del motor. Pero cuando el filtro de aire está muy sucio provoca una restricción a la entrada del aire, para que ocurra la combustión, el motor precisa de combustible y aire con relaciones adecuadas, si el aire no entra en la cantidad suficiente ocurre una combustión incompleta, lo que aumenta la emisión de CO y hollín y a la vez el consumo de diesel.

Recomendaciones:

- ✓ El filtro debe ser limpiado siempre que el indicador señale obstrucción.
- ✓ El elemento filtrante deberá ser sustituido después de 15,000 Km.
- ✓ Solo los filtros originales y en buen estado nos dan la cantidad de aire necesaria para la mezcla.
- ✓ Seguir las indicaciones del manual del fabricante.

2.2.9.3 Aceite lubricante

Cuando el motor presenta un desgaste interno excesivo en los cilindros, anillos y válvulas, el consumo de aceite lubricante sobrepasa el 1% del consumo del combustible. Este desgaste puede provocar una fuga de compresión y el paso de aceite lubricante del cárter a la cámara de combustión. Estos factores contribuyen a la emisión excesiva de humo por el escape y de los gases por el respiradero del motor.

Recomendaciones:

- ✓ Verifique el nivel de aceite del motor a través de la varilla de control.
- ✓ Controle la presión de aceite del motor.

- ✓ Verifique la salida anormal de los gases.
- ✓ Sustituya la válvula PCV cada dos años.
- ✓ Controle la compresión y realice prueba de fugas.

2.2.9.4 Ajuste de válvulas

El correcto ajuste del juego de válvulas proporciona la cantidad de aire necesario para la combustión completa del diesel inyectado. Si el ajuste es incorrecto o la válvula dañada, hay alteración del volumen de aire admitido, provocando alteraciones en la relación aire combustible y consecuentemente emisión de gases nocivos.

Recomendaciones:

- ✓ Ajuste el juego de válvulas.
- ✓ Verifique el estado de las válvulas con pruebas de fugas.

2.2.9.5 Turboalimentador

Los motores turboalimentados trabajan con una cantidad de aire y combustible mayor que los motores de aspiración normal, lo que da como resultado una mayor potencia, si el turboalimentador presenta deficiencias debido a desgaste o pérdidas, la cantidad de aire disponible en los cilindros es insuficiente para una combustión completa, habiendo entonces reducción en la potencia y aumento de emisiones de HC, CO, NOx y humo negro.

Recomendaciones:

- ✓ Verifique siempre el estado del turboalimentador (presión) y si no hay pérdidas de aire en la tubería entre el turbo y el colector de admisión.

- ✓ Verifique con bomba de vacío que la válvula de descarga del turbo funcione correctamente.
- ✓ Verifique que los tubos de alimentación no tengan fugas.

2.2.9.6 Sistema de enfriamiento

Este sistema sirve para disminuir el tiempo de calentamiento en el motor y para mantener su temperatura estable dentro de un rango ideal, evitando grandes variaciones de temperatura. Mientras más tiempo trabaja el motor fuera de la condición ideal de temperatura, mayor será el consumo de combustible, la emisión de contaminantes en forma de humo blanco y su desgaste.

Recomendaciones:

- ✓ Revise y ajuste la faja del ventilador.
- ✓ Revise tuberías y mangueras.
- ✓ Verifique el funcionamiento correcto del tapón del radiador.
- ✓ Utilice antioxidante en el refrigerante.
- ✓ Determine que el radiador no presente fugas u obstrucciones.
- ✓ Compruebe el buen funcionamiento del termostato.
- ✓ Verifique el estado de las aspas del ventilador (que no estén rotas o deformes).
- ✓ Verifique que la bomba de agua funcione correctamente y que no tenga exceso de desgaste.

2.2.9.7 Combustible

La fábrica utiliza un combustible especial llamado diesel patrón. El combustible entregado en los puestos de abastecimiento no debe variar mucho del diesel patrón.

Debiéndose observar detalles como almacenamiento, filtraje y contaminantes, el diesel vendido en las bombas, si no es adulterado, llena las especificaciones de los motores y no causa humo negro, la diferencia entre diesel y superdiesel es básicamente que el contenido de azufre en el primero es mayor. El azufre no causa humo negro, el azufre uniéndose con el agua forma dióxido de azufre el cual causa lluvia ácida y corroe las piezas del motor provocando desgaste.

Recomendaciones:

- ✓ No agregue aceite lubricante o cualquier tipo de aditivo al diesel.
- ✓ Haga el drenaje del tanque de combustible y la limpieza de los filtros periódicamente.
- ✓ Llene el tanque después de la jornada de trabajo.
- ✓ Realice los servicios según las recomendaciones del fabricante.

2.2.9.8 Motor frío

En la fase fría del funcionamiento el motor presenta una combustión incompleta de diesel y consecuentemente bajo rendimiento y mayor contaminación (humo blanco).

Recomendaciones:

- ✓ La temperatura del refrigerante debe mantenerse entre 70 y 90 grados centígrados.

2.2.9.9 Escape

Los motores deben trabajar con los tubos de escape y silenciadores originales de fábrica, si se hacen modificaciones se provoca problemas internos del motor, como alta temperatura en la cámara de combustión y en las válvulas, además causa mayor consumo de combustible y mayor contaminación.

Recomendaciones:

- ✓ No modifique el escape.
- ✓ No cambie el silenciador; el ruido también es nocivo para la salud.
- ✓ El freno de motor en ciertos tipos de motor forma parte del escape; no altera sus ajustes.

Existen tres tipos de color de humo:

- ✓ Negro (debido a una combustión incompleta).
- ✓ Azul (exceso de aceite en la cámara de combustión).
- ✓ Blanco (combustible no quemado, agua en la cámara).

2.2.10 Identificación y control de los materiales

Se necesita identificar los materiales con marcas legibles para las personas o para aparatos detectores automáticos, a fin de:

1. Medir la presencia o el movimiento.
2. Cualificar y cuantificar las características que interesen.
3. Vigilar las condiciones existentes a fin de retroalimentar acciones correctivas.
4. Accionar los aparatos marcadores correspondientes.
5. Accionar mecanismos de clasificación.

6. Dar entrada a los sistemas de cómputo y control, actualizar las bases de datos y preparar análisis y resúmenes.

Para lograr lo anterior, el material debe tener o hay que ponerle un código o clave, símbolo, marca o característica especial exclusivos que se pueda detectar e identificar. Si este símbolo está en clave en el material, debe ser:

1. Producido fácil y económicamente.
2. De lectura fácil y económica.
3. Tener muchas permutaciones exclusivas.
4. Compacto, de acuerdo con el tamaño del paquete.
5. Resistente a los errores, escasa oportunidad de leerlo mal.
6. Duradero.

La lectura de los códigos se puede hacer mediante aparatos de contacto o sin él, sensores móviles o fijos, o personas o aparatos lectores.

2.2.10.1 Código de barras

Son una forma sencilla y eficaz para identificar y controlar los materiales, hay disponibles diversos tipos de códigos de barras, aunque pueden ser multicolores, siempre dominan los códigos en blanco y negro porque son posibles mayores cantidades de permutaciones, mediante la alteración de sus anchuras, presencia y secuencias. Casi todos los códigos están limitados a información numérica, pero en algunos se puede incluir caracteres alfanuméricos y símbolos especiales, muchos son digitales binarios y tienen un bit adicional de paridad para detectar los errores. En cada código hay un grupo de barras en una secuencia exclusiva, o bien de espacios a veces de anchuras variables, para representar cada número, letra o símbolo.

2.2.10.2 Equipo para almacenamiento

Las funciones del equipo para almacenamiento y manejo permiten el aprovechamiento máximo del espacio disponible, con pilas altas, al utilizar el cubicaje y no sólo la superficie del piso del local. El apilamiento de capas múltiples de artículos, sin que importen sus tamaños, configuraciones y fragilidad. Cargas unitarias (movimiento de muchos artículos de un material cada vez que se mueve un recipiente o contenedor). La protección y control del material.

Estanterías y casilleros. Se logra almacenamiento en compartimientos, de niveles múltiples, con el empleo de estanterías y casilleros, y el equipo auxiliar requerido, pueden ser de tamaño estándar, prefabricados, de forma y tamaños normales o bien unidades o componentes modulares ensamblados de acero con las necesidades y el espacio disponible. Las variaciones del equipo estándar incluyen unidades móviles sobre rieles en el piso, unidades montadas en carruseles para alcanzar sólo el material deseado y también estanterías inclinadas en las cuales el material rueda o se resbala hasta donde se necesita.

Tolvas, cajas, canastas y bandejas. Los materiales pequeños, voluminosos, de configuraciones poco comunes se suelen poner en recipientes para facilitar el manejo unitario. Estas tolvas, cajas, canastas y bandejas están disponibles en muchos tamaños, grados de resistencia y configuraciones. Pueden ser de una pieza o con costados embisagrados para facilitar la carga y la descarga. Se colocan planos sobre el piso o elevados para poder colocar las uñas del montacargas o del camión para tarimas. Casi todos se construyen para poder apilarlos en forma estable, de modo que se encajen o interconecten entre sí con los colocados encima y debajo.

Muchos son de un tamaño para que quepan en forma segura y con poco desperdicio de espacio en camiones o carros, entre columnas de edificios, etc.

Tarimas y patines. Las tarimas son estructuras planas, horizontales, por lo general hechas de madera, utilizadas como plataformas en las cuales se coloca el material para concentrarlo; tienen cierta separación del piso y se pueden apilar, tomar y mover por un montacargas o similar. Pueden ser de una sola cara, de dos caras no reversibles, de dos caras reversibles o macizas. Las tarimas con largueros salientes se llaman tarimas de aletas, sencillas o dobles. Los patines, por lo general, tienen mayor altura sobre el piso que las tarimas y se colocan sobre patas o largueros. Pueden tener patas y bastidor metálico para darles más resistencia y duración, pueden ser todos de acero y tener cajas, lengüetas para alineación al apilarlas, cancamos para levantarlos, etc.

Un sistema automatizado para almacenamiento y retiro es un sistema de manejo de materiales de gran altura, gran densidad, para almacenar, transferir y controlar las existencias de materia prima, repuestos, trabajo en proceso y producto terminado. Incluye:

- Estructura.
- Grúas apiladoras en los pasillos o máquinas para almacenamiento y retiro con sus transportadores correspondientes.
- Controles.

2.2.11 Características del nuevo sistema de acondicionamiento de aire

El desarrollo de un sistema de calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire para un edificio pasa por un número de etapas. Que son:

1. Diseño.
2. Instalación.
3. Operación y mantenimiento periódico.
4. Servicio.

2.2.11.1 Diseño del sistema de acondicionamiento de aire

El diseño del proyecto para un edificio de grandes dimensiones es una tarea extremadamente compleja. Puede requerir meses o aún años, e involucrar varios grupos de personas. El diseño de un sistema de calefacción, ventilación, y acondicionamiento de aire para grandes proyectos es responsabilidad de los ingenieros mecánicos consultores. Los sistemas eléctricos, estructurales y de tubería son diseñados por ingenieros consultores que se especializan en sus campos respectivos. Los ingenieros consultores también pueden llevar a cabo otras tareas como la de estimación de costos, y la supervisión en campo de la construcción. Cada una de esas tareas se lleva a cabo con la cooperación de los arquitectos, que realizan el diseño y la planificación general del edificio.

La coordinación del trabajo entre los arquitectos y los ingenieros es una tarea importante y difícil. Incluye la verificación de que el equipo y los materiales que van a instalarse no interfieran físicamente entre sí. Un error en la coordinación puede tener resultados desastrosos. El diseño de un sistema de acondicionamiento de aire (HVAC) implica determinar el tipo de sistema que debe emplearse, calcular las cargas de calentamiento y de enfriamiento, estimar los tamaños de tubería y de ductos, seleccionar el tipo y tamaño del equipo, y planear la localización de cada pieza del equipo en la construcción.

Esta información se muestra en los planos y en las especificaciones de calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire, que sirven como instructivo para instalar el sistema. Los planos son dibujos del sistema, las especificaciones son descripciones por escrito de los materiales, el equipo, etc.

2.2.11.2 Instalación del sistema de acondicionamiento de aire

La construcción general de un edificio es responsabilidad del contratista principal, o general. Este contratista obtiene un contrato otorgado por el propietario, o contratante, que puede ser una compañía de bienes raíces. El contratista general puede a su vez contratar a subcontratistas (mecánicos, electricistas) para instalar cada uno de los sistemas en la construcción. Los subcontratistas deben coordinar sus trabajos para evitar cualquier interferencia física. El contratista mecánico o del acondicionamiento de aire es el responsable de la instalación del sistema HVAC.

El contratista mecánico toma los planos del ingeniero consultor, que se llaman planos de ingeniería, o de contrato, y prepara planos de taller a partir de aquellos. Los planos de taller son dibujos a mayor escala y más detallados del sistema del sistema de acondicionamiento de aire, los cuales serán necesarios para los instaladores. El contratista mecánico contrata al personal, trabajadores de la construcción, especialistas en tuberías, láminas metálicas y aislamientos. El contratista mecánico también compra todo el equipo y materiales necesarios para el sistema de acondicionamiento de aire. Para esto, sus empleados llevan a cabo una estimación; esto es, hacen una lista de todo el equipo y materiales que indican los planos y las especificaciones. Esta puede ser una tarea muy complicada, se deben determinar también los costos de mano de obra y gastos generales. Cuando está terminada la instalación, el contratista mecánico prueba, ajusta y balancea el sistema de acondicionamiento de aire.

El ingeniero mecánico consultor debe verificar la instalación y también el trabajo de prueba, ajustes y balanceo.

El método de diseñar y construir es una vía rápida que permite a las empresas manejar todas las tareas de diseño y construcción como un paquete: arquitectura, ingeniería de consulta y contratación. Los partidarios de este sistema afirman que la construcción puede iniciarse y continuar a medida que se elaboran los planos para cada etapa. No es necesario esperar los planos de ingeniería ni los del contratista; no hay demoras por licitación en que compiten contratistas, se logra una mejor coordinación y es más fácil determinar la responsabilidad, ya que una organización es la responsable de todo. También sostienen que todos esos factores producen costos más bajos, construcción más rápida y mejor calidad.

2.2.11.3 Operación, mantenimiento y servicio del sistema de acondicionamiento de aire

Cuando la instalación de calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire, está terminada, entra en acción el equipo de ingeniería de operación del edificio. Su función es manejar el sistema, mantener condiciones confortables en el edificio y al mismo tiempo tratar de mantener al mínimo el consumo de energía, así como conservar el sistema en buenas condiciones de operación.

La inspección y el mantenimiento periódico del sistema son parte de las actividades del ingeniero de operación. El equipo de operación puede efectuar algunas reparaciones de rutina, pero cuando se trata trabajo más complicado, se llama a un contratista de servicio mecánico. Con sus instrumentos, este contratista mide las condiciones de funcionamiento y las compara con las que aparecen en los planos del sistema.

Este procedimiento de localización de fallas conduce hasta la causa del problema. Se llevan a cabo entonces los procedimientos adecuados como cambiar o reparar el equipo, o ajustar sus funciones.

Los sistemas de calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire, pueden requerir ventiladores para alimentar, extraer o recircular aire. Desde hace mucho tiempo se han utilizado ventiladores centrífugos de alta eficiencia que tengan paletas curvadas hacia atrás o de perfil aerodinámico para alimentación con sistemas de ductos, en las aplicaciones de baja presión, estos tipos se pueden emplear sin tratamiento contra el ruido.

2.3 Mecanismos de seguridad

Un cierto número de factores aumentan las dificultades en los problemas relativos a la seguridad, pero ninguno tan perturbador como el fracaso universal que se observa en el cumplimiento y aceptación del hecho de que los problemas de control son complejos. La seguridad es considerada en general como una simple cuestión de aplicar rutinas específicas. En muchos casos estas medidas son simples repeticiones, a pesar de las evidentes señales de su propia debilidad. Se necesita urgentemente una comprensión del hecho de que las fuentes de daño que el especialista en seguridad ha de ser capaz de controlar, tienen orígenes básicos aunque sus consecuencias resulten diferentes en su carácter y gravedad. Este punto de vista nos ayuda a comprobar que los riesgos no son, en forma alguna los agentes más estrechamente identificados con las lesiones resultantes. El regularlos simplemente no es el camino más seguro para limitar sus efectos. En realidad, en primer lugar es necesario emplear los medios para controlar las causas responsables de la presencia de los agentes dañinos. Esta es, en esencia la práctica de la gerencia de seguridad.

2.3.1 El desafío a la gerencia de seguridad

El control necesita acción, pero los pasos a tomar deben ser aceptables, han de alcanzar su objetivo sin interferir de manera significativa con otros propósitos que puedan ser afectados. Frecuentemente parece que Los requisitos de seguridad chocan con restricciones fiscales, de conveniencia, y otros factores. Cuando la necesidad para la acción se reconoce como suficiente, puede anteponerse a otros requisitos. Pero incluso entonces, habrá que considerar otras prioridades, y quizá no se optimicen los controles de la seguridad.

Recientemente la demanda cada vez mayor de seguridad y regulación al respecto ha sido sacudida por la insistencia del público en el control de la inflación y una mayor productividad para lograr competir en los mercados del mundo. Es evidente que la puesta en vigor de las medidas de seguridad depende tanto de la información, como del buen juicio. Se toman las decisiones relativas de acuerdo con lo que se conoce actualmente acerca del problema, sin embargo por desgracia los conocimientos acerca de la seguridad están seriamente limitados, una razón muy importante de esta falta de adecuación radica en el procedimiento utilizado para clasificar las consecuencias de las infracciones a la seguridad. Normalmente se les denomina accidentes.

La mayoría de los casos que aparecen en los informes de seguridad podrían haber sido previstos y, por lo tanto, no pueden considerarse como totalmente accidentales. Sus causas y remedios han quedado determinados mediante incontables ocurrencias semejantes. Los acontecimientos más perjudiciales son resultado del fracaso en la aplicación de principios ya conocidos para su control, el persuadir a la gente a llevar a cabo su aplicación constituye tanto el desafío como el propósito de la gerencia de seguridad.

Uno de los obstáculos para la seguridad radica en la atención poco constante que se da a sus logros. El éxito obliga a que se preste atención al cumplimiento de las responsabilidades, en el caso de la seguridad todos están comprometidos, y de manera especial los que por su trabajo, han de cuidar el bienestar de los demás. Deben vigilar que la identificación de los riesgos y el control de los procedimientos correspondientes se cumplan efectivamente.

2.3.2 Significado del trauma

Trauma se refiere normalmente a los tipos comunes de heridas, por ejemplo fracturas, cortes, punciones, rozaduras, magulladuras y quemaduras. Sin embargo la palabra abarca un gran variedad de desórdenes que inhabilitan a las personas y afligen a la sociedad, causados todos ellos por la presencia de riesgos no controlados. No hay una diferencia práctica entre la asfixia por envenenamiento con monóxido de carbono, por ejemplo, y una herida con fractura del cráneo en el centro respiratorio, si ambas fuesen debidas a un riesgo incontrolado, su remedio haría necesaria una atención semejante desde el punto de vista de la gerencia de seguridad, la desatención a la numerosas consideraciones relacionadas con la seguridad, prueba la necesidad de una mayor competencia en estos problemas y ha contribuido a una subestimación del significado de la optimización de la seguridad.

Cuando se tiene en cuenta la forma inadecuada en que son clasificadas las lesiones, se hace evidente la importancia creciente de los traumas. La clasificación de enfermedades respiratorias, por ejemplo, incluye sin duda un cierto número de casos debidos a riesgos tales como la presencia de productos químicos o polvos no controlados. Puede suponerse por lo tanto que el problema de los traumas tiene una magnitud todavía mayor que la que se calcula.

2.3.3 Accidentes versus lesiones

Las expresiones accidentes y lesiones, con frecuencia se usan erróneamente de forma indiferente. Los significados de estas palabras son desde luego, diferentes, y dicha diferencia es importante desde el punto de vista de la exactitud estadística, así como en la orientación de los objetivos de la gerencia de seguridad. En primer lugar, un accidente puede traer consigo varias heridas o ninguna. Por tal razón el número de accidentes y el de lesiones experimentados por una organización determinada durante un cierto periodo rara vez serán iguales. Por otra parte, accidente se emplea por lo común para designar a ciertos tipos de trauma. Un accidente por definición es un hecho que se produce por casualidad, o es consecuencia de causas desconocidas, se observara que no es necesario que el daño acompañe a la ocurrencia para que esta reciba la calificación de accidente. Un mecánico de automóviles que lava ciertas partes de la máquina con gasolina, y fuma en tanto lo hace, dirá que ha tenido un accidente al resultar quemado por el fuego que inevitablemente resulta de su manera de actuar; otros en cambio afirmarán que aquel hecho no puede ser calificado de accidente, ya que era predecible, y por lo tanto, no inesperado. Por experiencia una considerable mayoría de los llamados accidentes son del tipo anterior, es decir: sus causas se identifican fácilmente únicamente en el momento preciso en que producen un efecto que pueda aceptarse como desconocido.

2.3.4 Identificación de las causas de lesión

Las causas de todas las lesiones pueden ser divididas en dos categorías: Condiciones físicas inseguras, y actos o acciones personales inseguros. La experiencia ha mostrado que prácticamente todos los casos de lesión éstas son causadas por más de un factor.

Casi invariablemente pueden encontrarse varias situaciones en el origen de la lesión, esto puede ser atribuible bien a unas condiciones físicas poco seguras, a actos personales poco seguros, o a una combinación de los dos. Es conveniente por lo tanto tratar de identificar las condiciones físicas no seguras así como las acciones personales no seguras que pueden ser consideradas responsables en la mayor parte de las lesiones. Utilizando un modelo de clasificación resultará entonces posible investigar cada caso para determinar cuál de los factores mencionados ha sido el responsable. Las condiciones físicas poco seguras son aquellos factores que se presentan debido a efectos en la situación, errores en el diseño, planeación defectuosa, u omisión de las normas esenciales de seguridad para mantener un ambiente físico relativamente libre de riesgos. Las siguientes son siete categorías en las que cabe agrupar las condiciones físicas poco seguras:

1. Protección mecánica inadecuada.
2. Situación defectuosa del equipo (por ejemplo áspero, cortante, resbaloso, podrido, corroído, raído, composición inferior, quebrada) en el caso de escaleras, pisos, escalas de mano, tuberías de mano, etc.
3. Construcción o diseño poco seguro.
4. Proceso, operación, o disposición riesgosa (por ejemplo: amontonamiento inseguro, apilado, almacenado, espacio entre montones congestionado, amontonamiento, sobrecarga, etc.
5. Iluminación inadecuada o incorrecta.
6. Ventilación inadecuada o incorrecta.
7. Vestidos o accesorios poco seguros. (vestido muy suelto, ausencia de guantes, delantales, zapatos, respiradores, cuando son necesarios, o mal estado de los mismos).

Las acciones personales poco seguras son aquellos tipos de conducta que producen lesiones. Al indicar esta categoría no tiene caso investigar las razones de la conducta de la persona en cuestión, todo lo que nos preocupa es la relación de los actos inseguros realizados por la persona. Las siguientes son ocho clasificaciones de actos personales que pueden resultar en la producción de lesiones:

1. Realizar operaciones para las cuales no ha sido concedido permiso por el supervisor.
2. Operar a velocidades poco seguras.
3. Trabajo con poca seguridad (por ejemplo: dispositivos para levantar carga inadecuados, colocación riesgosa, mezcla incorrecta de materiales, realización de servicios de mantenimiento o de reparación en máquinas en movimiento, trabajo bajo cargas suspendidas, desprecio de los avisos, etc.)
4. Quitar los dispositivos de seguridad, o modificar su operación, de forma de que resulten ineficaces.
5. Uso de equipo poco seguro o inadecuado (por ejemplo: usar un cincel con cabeza de hongo, utilizar las manos en lugar de un cepillo para quitar las esquirlas de una maquina cortante, utilizar un desarmador de tamaño inadecuado en función de la hendidura en la cabeza del tornillo, etc.)
6. Usar el equipo en forma poco segura.
7. Jugar, hacer burlas, insultar, etc.
8. No usar adecuadamente el vestido y los dispositivos protectores personales.

2.3.5 Definición de términos

El instrumento es la sustancia, objeto, radiación, o persona más estrechamente asociada con el acontecimiento que se ha traducido en una lesión. Una relación que indica la agrupación de los distintos instrumentos, señalando así la amplitud de las clasificaciones, puede ser la siguiente:

- ✓ Animales: Insectos, serpientes, salvajes, domésticos, etc.
- ✓ Calderas y recipientes a presión: Calderas de vapor, supercalentador, condensador, digestor, tubería a presión, etc.
- ✓ Productos químicos: Explosivos, vapores, humos, corrosivos, venenos.
- ✓ Transportadores: Bandas, engranajes, cadenas, y otros tipos.
- ✓ Polvos: De asbesto, sílica, carbón, plomo, explosivos.
- ✓ Aparatos eléctricos: Motor, generador, reóstato, interruptor.
- ✓ Elevadores: De personas o carga, eléctricos, de vapor, hidráulico, accionado a mano, etc.
- ✓ Herramientas de mano: Hacha, cuchilla, cincel, martillo, desarmador, lima.
- ✓ Sustancias altamente inflamables y calientes: Laca, vapor, otras.
- ✓ Aparatos para levantar cargas: Grúa, torre de perforación, draga.
- ✓ Máquinas: Torno, sacabocados, prensa, sierra de banda, prensa para perforar.
- ✓ Equipos para transmisión mecánica de energía: Flecha, cojinetes, poleas, engranajes.
- ✓ Generadores de energía y bombas: Máquina, compresor, ventilador, soplador.
- ✓ Sustancias que producen radiación: Radio, ultravioleta, rayos X.

- ✓ Superficies de trabajo: Piso, rampa, camino, escalera, escala, andamio.
- ✓ Diversos: Aberturas en el piso, ventanas, otros.

Como parte del instrumento se entiende aquella parte del instrumento que esta más íntimamente asociada con la lesión (por ejemplo polea, banda, engranaje, etc.). El tipo de accidente esto es, una clasificación de los casos de lesión de acuerdo con la fuente de la misma, se refiere a la forma en que se estableció contacto entre la persona lesionada y un determinado objeto o sustancia, por la exposición o movimiento de la persona lesionada que se tradujo en la lesión. A continuación se presentan un grupo de tipos reconocidos de accidentes:

1. Atrapado o entre: Este tipo es el que se produce cuando la lesión es causada por el aplastamiento, golpe, o presión sobre la persona lesionada entre un objeto en movimiento y otro estacionario, o entre dos objetos en movimiento.
2. Golpeado por: Esta expresión se refiere al tipo de lesión que se produjo por impacto o golpe, pero en los casos en que el movimiento era del objeto y no de la persona lesionada.
3. Golpeado contra: Este tipo es el que produce la lesión cuando el movimiento de la persona lesionada, y no el del objeto, sustancia u otra persona, produjo la lesión.
4. Caída de la persona: Este tipo de accidente incluye los casos en que la persona cae sobre la superficie que le esta apoyando (piso, plataforma, tierra, etc.), resultando lesionado por el contacto con dicha superficie de apoyo o con objetos ubicados aproximadamente al mismo nivel. Las lesiones que se producen a consecuencia de resbalones y tropezones que se traducen en caídas, quedan incluidas en esta categoría.

5. Caída de la persona: Este tipo se refiere a las ocasiones en que la persona cae desde un nivel a otro nivel inferior, recibiendo la lesión por contacto con un objeto o sustancia que se encuentre en el segundo de los dos niveles.
6. Rozadura, punzada o rasguño: Este tipo se refiere a las lesiones que no sean resultado de un impacto o golpe, pero que produzcan daños a los tejidos como resultado de una prolongada o fuerte presión contra sustancias ásperas, puntiagudas o duras, tal como sucede al arrodillarse o pisar sobre objetos penetrantes, cuando materias extrañas entran en los ojos o cuando esquivirlas cortan la piel.
7. Sobreesfuerzos: Se refiere a las tensiones, rupturas, etc., que son consecuencia de un esfuerzo repentino o mayor que el promedio para levantar o aguantar objetos pesados o para defenderse contra resbalones o pérdidas de equilibrio.
8. Contacto: (corriente eléctrica). Este es el tipo de caso en que la lesión resulta exclusivamente por contacto accidental con conductores eléctricos vivos, lo que se traduce en choque o quemaduras.
9. Contacto: (con temperaturas extremas). Se refiere a los casos en que no hay golpe contra un objeto por parte de la persona lesionada, pero en los que la lesión es causada enteramente por contacto con sólidos, líquidos o gases calientes o fríos, lo que se traduce en quemadura o congelamiento; la congelación queda también incluida en esta misma categoría.
10. Contacto: (fuentes de radiación, sustancias cáusticas, tóxicas o nocivas). Esta categoría abarca los casos en que la lesión es producida por la inhalación, ingestión o absorción (a través de la piel) de sustancias incompatibles con los procesos corporales.

El ahogo por inmersión, la asfixia, y las infecciones, así como la exposición a los rayos del sol y otras fuentes de radiación, quedan también incluidos en esta categoría.

Un estado físico o mecánico inseguro es el que da lugar o permite que se produzca la lesión. La acción insegura es la constituida por una violación de las normas generalmente aceptadas de seguridad, como consecuencia de lo cual se produce este tipo de accidente. El factor personal inseguro es el constituido por características corporales o mentales cuando éstas son responsables por la realización del acto inseguro. Los factores personales inseguros acerca de los cuales se debe investigar son:

- Actitud insegura.
- Falta de conocimiento o habilidad.
- Defectos corporales (vista defectuosa, mala audición, etc.).
- Estado mental (nerviosismo, fatiga, etc.).

Para ayudar a aislar y definir los factores que causan la lesión es conveniente tener los tipos de accidentes relacionados en la forma que va a ser utilizada para la investigación del accidente, el investigador está así capacitado para realizar una amplia investigación.

2.4 Importancia de la supervisión

Los supervisores inmediatos de los trabajadores, más que cualesquiera otras personas, son fundamentales en la implementación de la seguridad. Si la gerencia general trata en serio de reducir las lesiones, conseguirá a un especialista de seguridad bien enterado de las técnicas de gerencia de seguridad.

Y si apoya el programa que trace el especialista, no hay duda de que se establecerán los controles apropiados sobre los riesgos. Sin embargo, el cumplimiento de lo que planea el especialista depende de la competencia de los supervisores inmediatos de los trabajadores. De la misma manera que la producción y la calidad de los trabajos se debe a una planeación competente por parte de los supervisores, al entrenamiento de los trabajadores, y buena dirección, también la seguridad depende de la capacidad del supervisor. Un supervisor indiferente se ve pronto rodeado por trabajadores indiferentes, comienzan a utilizarse prácticas de trabajo poco seguras, desaparece la protección de los puntos de operación que los tenían, y todo el ambiente del trabajo pasa a convertirse en un lugar poco seguro. Por lo tanto, es necesario que la supervisión dé ejemplo, y exija el cumplimiento pleno de todas las reglas operativas. Pero siendo tan importante como lo es la acción de los supervisores en relación con las medidas de seguridad, deberá recordarse que estos, a su vez, probablemente no harán más que lo que el especialista de seguridad les indique.

La supervisión en la mejoras en la seguridad a través de la jerarquía es un requisito particularmente importante. Cada nivel tiene sus propias responsabilidades relacionadas con la seguridad, y el nivel superior tiene el de llevar al máximo las realizaciones de sus subordinados. La relación entre seguridad y eficiencia, se logra mediante el severo control suministrado en cada nivel por la gerencia.

2.4.1 El supervisor de primera línea

El supervisor de primera línea es la persona clave en el mantenimiento de las exigencias de la seguridad, día tras día, en cualquier organización particularmente en lo relacionado con actos arriesgados.

La seguridad es uno de los aspectos de la producción comparable al que pueda referirse al logro de la precisión, o a la eliminación de desperdicios. La producción se utiliza aquí en un sentido amplio en el que se incluyen los departamentos de operación en las industrias no manufactureras. El supervisor esta encargado de ver que el programa de diario se cumpla, así de manera inevitable es la persona directamente responsable que el trabajo se realice con seguridad.

Gran parte del trabajo de un director de seguridad incluye el entrenamiento de supervisores, y ayudar a estos en su responsabilidad, orientada a producir con seguridad. En otras palabras: la seguridad es esencialmente una responsabilidad de la dirección, los especialistas en seguridad ayudan y estimulan pero no tienen autoridad sobre los trabajadores. Es el supervisor de quien los empleados característicos reciben acerca de lo que es importante y lo que no lo es. El supervisor esta en la posibilidad de saber lo que están haciendo los empleados, lo que visten y con ciertas limitaciones lo que les preocupa. Uno de los supervisores sinceramente orientados hacia la seguridad puede obtener buenos resultados, a pesar de las dificultades observables en la ingeniería, o la ausencia de un director de seguridad en tanto que un director de seguridad técnicamente competente se sentiría frustrado si el supervisor despreciara sus esfuerzos. Por otra parte, se necesita de alguien específicamente encargado de la seguridad en toda la compañía, persona que debe estar respaldada por la gerencia general, para lograr un interés continuo y serio de los supervisores de seguridad.

2.4.2 El ingeniero o especialista en seguridad

EL especialista en seguridad debe tener a su cargo la organización, el estímulo y la guía del programa de seguridad, a la vez que se mantiene al día en todos los temas relativos a la seguridad, con el fin de poder actuar como consultor para cualquiera de las personas implicadas en el trabajo. En esa capacidad las funciones del especialista en seguridad como persona integrante de la dirección, sin poderes administrativos sobre los componentes operativos de la organización, es la adecuada. Por supuesto, es bajo la jurisdicción de los funcionarios jerárquicos donde tienen lugar las actividades que pueden traducirse en lesiones, cuando los riesgos no son adecuadamente controlados. Es la dirección jerárquica, hasta llegar al supervisor, la que tiene los poderes de dirección, adecuados para controlar los actos y las situaciones inseguras. Cuando la jerarquía abdica sus responsabilidades respecto a la seguridad, algo normal cuando se considera que corresponde al especialista de seguridad suministrar los controles necesarios contra los riesgos, la organización se ve en dificultades. La fuerza del especialista de seguridad radica en la posibilidad de utilizar hechos bien manejados que persuadan a los gerentes al actuar en pro de la seguridad.

2.4.3 Programación básica de la seguridad

Los programas de seguridad suelen ser francos o directos y realizan ciertos pasos lógicos, que suelen ejecutarse en el orden siguiente:

1. Asegurar la participación de la gerencia principal. Lograr un compromiso altamente visible de la gerencia para con la seguridad, esta considerada en general como el primer elemento indispensable.

2. Organizar para obtener logros. Se espera que el especialista en seguridad clasifique hechos y recursos, con lo que formará un esfuerzo coordinado.
3. Detallar el plan de operación. El objetivo, políticas, normas y reglamentaciones de seguridad de la compañía, y el método elegido para su implantación deben comunicarse a la iniciación del programa.
4. Inspeccionar operaciones. Las inspecciones de la planta ofrecen información relacionada con las condiciones que se corregirán y la evaluación sostenida del progreso logrado.
5. Considerar revisiones de ingeniería. Se espera que las correcciones comiencen con la consideración de medios para eliminar riesgos físicos.
6. Utilizar protecciones y dispositivos de protección como último recurso. Si las revisiones de ingeniería no son posibles, o éstas no cumplirán el objetivo de seguridad, deben utilizarse medios suplementarios para ofrecer protección contra la exposición.
7. Ofrecer educación y capacitación. La conciencia y el desarrollo de la motivación son ingredientes necesarios en el remedio de lesiones y enfermedades controlables.

2.4.4 Departamento de mantenimiento

El trabajo del departamento de mantenimiento tiene suma importancia en la prevención de lesiones. El jefe de este departamento, que puede ser el superintendente de mantenimiento, ingeniero de planta o algún otro similar, debe tener a su cargo, de manera particular, la responsabilidad de ver que el trabajo del departamento se realice siempre con la idea de que no ha de permitirse que existan riesgos temporales.

Y que uno de sus mayores objetivos debe ser el mantener en la planta un nivel de seguridad para el trabajo. Algunas de las funciones que pueden ser asignadas son: En primer lugar está la construcción y mantenimiento del edificio. Las reparaciones en albañilería, y en las armazones de acero y madera, deben ser planeadas no solamente con intención de lograr una economía a largo plazo, sino teniendo presente el principio de que no debe permitirse que nada se deteriore hasta el extremo en que llegue a convertirse rápidamente en una situación de riesgo. Por otra parte la reparación debe ser planeada en forma tal que se produzca un mínimo de interferencia con la producción, deben tomarse medidas para que cualquier sector peligroso quede bloqueado. La seguridad de los procesos que sean propuestos ha de ser medida a la luz de los procesos normales de trabajo en aquella área. Por ejemplo, puede resultar necesario reacondicionar un sistema de tuberías en una de las salas de la planta. El procedimiento normal para realizar este trabajo incluye una cantidad considerable de tareas de soldadura. El ingeniero de seguridad ha obtenido previamente autorización de la gerencia principal para que cualquier proceso de trabajo de reconstrucción sea sometido a su aprobación. En este ejemplo, el ingeniero de seguridad declaro inmediatamente que no podía aceptar ninguna responsabilidad permitiendo que el trabajo se realizara en la forma que había sido planeada.

Hay dos etapas o grados de seguridad en cuanto al funcionamiento del departamento de mantenimiento. Uno de ellos es pasivo, y en él los empleados de mantenimiento prestan plena cooperación al director de seguridad de la compañía, atendiendo inmediatamente todos los requisitos y peticiones de la seguridad.

Este nivel constituye un mínimo esencial, aunque debe reconocerse que el departamento de mantenimiento deseará con frecuencia discutir algunos puntos con el ingeniero de seguridad y sugerir una alternativa para una recomendación que le haya sido hecha, la cual el ingeniero de seguridad puede encontrar plenamente satisfactoria. El segundo y mejor nivel, es el de una mente activa respecto a la seguridad. En esta etapa los trabajadores de mantenimiento reciben considerable entrenamiento para la seguridad y están constantemente alertas en busca de situaciones de peligro. Por supuesto, el personal del departamento de mantenimiento nunca localizara todos los riesgos posibles, pero tampoco lo hará el director de seguridad ni los inspectores. El director de seguridad debe complementar los esfuerzos de los demás.

Otro aspecto de las preocupaciones para el mantenimiento se relaciona con el equipo mecánico. Una lubricación adecuada, el alineamiento y ajuste, no solamente se traducen en una vida más prolongada de la maquinaria, y menos tiempo perdido, sino en una reducción en las lesiones. Sin embargo pueden surgir preguntas, acerca de cómo reemplazar o reparar un eje, una rueda, o un cable que muestra signos de deterioro. En caso de duda, la opinión del ingeniero de seguridad debe ser escuchada pero si ocurre con frecuencia en cuestiones de rutina, pueden producirse lesiones a causa de los retrasos en la comunicación, las segundas inspecciones etc. Para el mantenimiento del equipo eléctrico es evidente la necesidad de emplear trabajadores que conozcan los peligros potenciales de dicho equipo y que estén entrenados para no correr ellos mismos algún riesgo, manteniendo el equipo en buenas condiciones, de tal manera que los trabajadores que laboran en su proximidad no puedan resultar dañados por ignorancia o error. En el mantenimiento de patios y terrenos los trabajadores asignados a dicha tarea deben considerar importantes tanto la limpieza como la seguridad, esto incluye el enarenado, el desagüe, los postes, alambres, señales, etc.

El mantenimiento general de una planta constituye, por supuesto, una clave evidente en relación con las preocupaciones de seguridad de la empresa que se trate. Los pisos muy limpios, los pasillos sin escombros, el equipo para combatir los incendios, y todas las demás herramientas y suministros en sus lugares designados, son muestra de una operación segura. Allí por supuesto, el servicio de mantenimiento comparte su responsabilidad con el supervisor. Además de los riesgos directos, consecuencia de la falta de limpieza, un ambiente limpio y ordenado promueve el cuidado en los trabajadores. Con frecuencia se ha demostrado que el repintado y ordenado de un taller, y proporcionar uniformes limpios a los trabajadores, ha llevado a éstos a acicalarse, y ser no solamente más agradables, sino más exactos y cuidadosos en la ejecución de sus trabajos.

2.4.5 Actividades de la seguridad

1. Creación y administración del programa de seguridad de la compañía, creando un programa completo estimulando la coordinación del trabajo de los demás, y tomando la iniciativa en el establecimiento de reglamentos de seguridad.
2. Inspección para localizar tanto las condiciones como las practicas poco seguras.
3. Investigación de las lesiones, particularmente las más graves.
4. Ver que se toma acción correctiva para evitar la repetición, y si es posible para prevenir que se produzcan.
5. Mantener al día informes acerca de lesiones y enfermedades en el trabajo.
6. Analizar los informes en busca de indicios que sirvan para prevenir enfermedades y lesiones en el futuro.

7. Preparar informes para distintos miembros de la gerencia acerca de la situación actual de la seguridad de la compañía justificando así las medidas de la seguridad.
8. Hacer estudios de higiene, para descubrir y corregir situaciones tales como una indebida concentración de polvo.
9. Consultar con las agencias gubernamentales y con las compañías de seguros lo relacionado con los problemas de seguridad.
10. Actuar como consejero de otros miembros de la gerencia en las cuestiones de seguridad.
11. Publicar los materiales a la seguridad.
12. Supervisar la obtención y distribución de equipo protector del personal.
13. Comprobar la forma en que la compañía se ajusta a los reglamentos federales, estatales, y locales, en relación con la seguridad y la salud.
14. Actuar como secretario ejecutivo en los principales comités de la compañía, relativos a temas de seguridad.
15. Comprobar los aspectos de entrenamiento en seguridad, y ayudar cuando así convenga.

Las siguientes funciones similares pueden no ser parte de los deberes del director de seguridad.

1. Proveer lo necesario para primeros auxilios y otros servicios médicos, cooperando con el departamento médico independiente en caso que éste exista en la compañía.
2. Administración de los seguros de compensación a los trabajadores.
3. Prevención de incendios, y tal vez algunas medidas de seguridad.
4. Promoción de la seguridad de los empleados fuera del trabajo.

2.4.6 Desarrollo de un plan de seguridad

Es probable que la mayor parte de los programas de seguridad se hayan desarrollado simplemente sobre la base de la designación de un director de seguridad, el que a continuación procede a hacer lo que la lógica y la tradición indican necesario. Este es el procedimiento más práctico para llevar a su punto óptimo los objetivos de seguridad de la corporación. Una buena práctica de dirección exige que se cuente con un plan, ya que éste no solamente señala los pasos específicos para alcanzar el fin determinado, sino que también facilita unos cálculos estimativos adecuados de los puntos fuertes, y también de los puntos débiles, del programa de seguridad que ha de ser implementado. Si por ejemplo, no hay un concepto firme de lo que es el programa de seguridad a realizar y como va a ser cumplido, las señales de éxito o de fracaso no serán evaluadas en forma debida, y como consecuencia, el refuerzo necesario no se empleara adecuadamente. El plan puede comenzar con la publicación, por parte del ejecutivo en jefe, de una expresión de la política de seguridad de la empresa, o puede depender de la designación de la persona que tenga la responsabilidad para proveer los recursos necesarios para que se cumplan los objetivos de seguridad en la organización. Se deberán incluir los siguientes pasos:

1. Redactar y anunciar la política en relación con el control de los riesgos para los cuales la organización tiene una responsabilidad. Designar la autoridad a la que han de rendirse informes, así como la autoridad delegada para llevar a cabo la política trazada.

2. Designar un director de seguridad, es decir, una persona que tenga la responsabilidad de dirección para reunir datos acerca de las lesiones a medida que aquéllas ocurran, publicando una información persuasiva que, cuando sea entregada a los gerentes de línea, les permita establecer las prioridades necesarias para corregir adecuadamente los riesgos.
3. Analizar los informes operativos relacionados con las lesiones, los daños a la propiedad, y las enfermedades en el trabajo.
4. Evaluar la amplitud y seriedad de los riesgos operativos. La evaluación debe determinar la calidad de las salvaguardas físicas existentes; la naturaleza y severidad de los riesgos operativos inherentes, correcciones necesarias y los cálculos de tiempo y de presupuesto para llevar a cabo esas correcciones.
5. Seleccionar, organizar y planear los métodos de comunicación para los programas de entrenamiento en seguridad de los empleados, y el interés en el mantenimiento para informar a la gerencia general acerca de los progresos del programa de seguridad.
6. Establecer revisiones periódicas para auditar el programa y sus medios de aplicación. En este caso puede resultar ventajoso presupuestar una revisión anual mediante un consultor externo. Probablemente una revisión experta y objetiva pueda descubrir puntos débiles en la operación del programa no detectados por el director de seguridad, por encontrarse éste demasiado cerca de las operaciones. Por otra parte, lo que determine el consultor con frecuencia tiene más peso con la dirección ejecutiva que las recomendaciones del personal propio.
7. Determinar los objetivos de largo alcance y las metas a corto plazo del programa, estos vienen a ser las marcas a lo largo del camino del programa, y proveen puntos de comprobación contra los cuales pueda ser medido el progreso de dicho programa.

2.4.7 Funciones del director de seguridad

En su papel como organizador, estimulador y guía del programa de seguridad, el director de seguridad de la organización realiza un número de importantes tareas, entre las cuales se incluyen:

1. Formulación y administración del programa de seguridad.
2. Adquisición de la mejor información disponible acerca del control de riesgos.
3. La representación de la gerencia ante el público, los empleados, las compañías de seguros, y las agencias gubernamentales, como responsable de la seguridad.
4. Dar consejo, en los problemas relativos a la seguridad, a los gerentes de todos los niveles.
5. La reunión y conservación de todos los datos pertinentes a las cuestiones relacionadas con la seguridad, incluyendo causas y estadísticas relativas a las lesiones en el trabajo.
6. El informar periódicamente a la gerencia superior, en forma regular (es decir mensualmente, trimestralmente, o anualmente) acerca del estado que guardan los esfuerzos de seguridad de la organización.
7. Aconsejar a los supervisores acerca de los programas de entrenamiento para la seguridad.
8. La coordinación con el departamento médico de la organización acerca de los puestos que pueden ocupar con seguridad los empleados nuevos o convalecientes.

9. La inspección de las instalaciones para respetar los reglamentos federales, del estado, y locales, así como el programa de seguridad, estableciendo procedimientos cooperativos y cualquier otra recomendación que sea brindada por las compañías de seguros.
10. Participación en la revisión de las especificaciones de compra, para asegurarse de si existen puntos de peligro en maquinaria inherentemente peligrosa, comprobando que los equipos están correctamente protegidos, e intervenir en el proyecto de nuevos locales, distribución del equipo, o dispositivos de proceso, para determinar si todas las necesidades correspondientes a la seguridad han sido debidamente cumplidas.

2.5 Higiene industrial

La higiene industrial es la especialidad profesional ocupada en preservar la salud de los trabajadores en su tarea. Su importancia es grande, porque muchos procesos y operaciones industriales o bien producen o utilizan compuestos que pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores. El gerente de un programa de seguridad deberá acudir al higienista industrial profesional en los casos en que se haga necesaria una ayuda especializada, a consecuencia de la importancia y frecuencia de los riesgos ocupacionales a la salud. Para conocer los riesgos industriales de la salud es necesario que el gerente del programa de seguridad tenga un conocimiento de los compuestos tóxicos más comunes de uso en la industria, así como de los principios para su control. Se ofrece protección contra la exposición a sustancias tóxicas en el lugar de trabajo en las medidas de la ley de seguridad y salud ocupacionales de 1,970. La preocupación de esta ley consiste en garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para los trabajadores (hombres y mujeres).

La ley no esta dirigida específicamente al control de las sustancias tóxicas, sino más bien a una amplia variedad de riesgos de salud y seguridad industriales. La ley de seguridad y salud ocupacionales exige asimismo que los patronos conserven registros precisos de exposiciones de los trabajadores a materiales potencialmente tóxicos.

2.5.1 Toxicología industrial

A fin de poder controlar efectivamente riesgos químicos tóxicos potenciales, el higienista industrial debe tener un entendimiento y conocimiento adecuados de la toxicología general. El termino toxicología se deriva de la palabra griega para definir el veneno en que se empapaban las flechas. Toxicología es la ciencia que se encarga del estudio de las propiedades venenosas o tóxicas de sustancias. Un efecto tóxico puede definirse como cualquier efecto nocivo en el organismo, sea reversible o irreversible; cualquier tumor químicamente inducido, sea benigno o maligno, cualquier efecto mutagénico o teratogénico, o bien, la muerte como resultado del contacto a través del tracto respiratorio, la piel, los ojos, la boca o cualquier otra vía de acceso. Los efectos tóxicos son alteraciones nocivas de la función fisiológica causadas por venenos. La toxicidad es una propiedad de importancia, que define la capacidad que tiene un producto químico para causar daño o producir lesión a un organismo vivo por medios que no son mecánicos. Toxicidad se refiere a una dimensión de cantidad definida. Por lo tanto, la toxicidad de un producto químico depende del grado de exposición a éste. Los productos químicos ejercen sus acciones tóxicas en forma sistemática, o bien, en el lugar de contacto o en un sistema de órganos. Pueden no dañar el órgano a través del cual entran en el cuerpo. Pueden desencadenar una respuesta corporal inmediata o una respuesta años más tarde.

Los venenos industriales pueden penetrar al cuerpo por ingestión, por inhalación, o por absorción a través de la piel. El grado de riesgo varía en general con la toxicidad del compuesto, el tiempo de la exposición, y el método para entrar al cuerpo. Unas dosis pequeñas de los venenos industriales más comunes pueden resultar más peligrosos al ser inhalados que al ser tragados, por esta razón una consideración primordial en el control de la salud industrial se centra en el aire del lugar de trabajo. En el caso de algunos materiales puede tolerarse durante breves intervalos de tiempo una exposición superior a la que se contiene en los reglamentos para los turnos de ocho horas y semana de 40 horas, se cuenta con fórmulas para calcular los efectos acumulativos por la exposición en tales casos. La exposición acumulada calculada en el caso de un contaminante no puede exceder el límite obtenido de esta manera, en el caso de otros materiales, la exposición a los mismos no debe exceder el límite máximo. Los valores contaminantes del aire son útiles como guía para determinar una situación que puede resultar peligrosa y demandar urgentes medidas de control. Por otra parte no debe pensarse que un cuidadoso respeto a los valores sugeridos para cualquier compuesto garantice una exposición libre de peligros, la susceptibilidad de los trabajadores varía de unos a otros. Unos pueden tolerar concentraciones más elevadas sin efectos dañinos en tanto que otros pueden resultar afectados por concentraciones muy inferiores.

2.5.2 Envenenamiento agudo y crónico

El envenenamiento industrial se produce bajo dos formas principales, aguda y crónica. La primera resulta de una exposición única a una concentración densa de una sustancia tóxica. La segunda es resultado de una exposición repetida a concentraciones menores. Por ejemplo, la concentración a diez partes por millón de tetracloruro durante repetidos periodos puede causar un daño fisiológico grave; en este caso se habla de un envenenamiento crónico.

La exposición a una concentración de entre 64,000 y 80,000 partes por millón durante un tiempo de 30 a 60 minutos puede traducirse en una muerte inmediata o a breve plazo. Las posibilidades de recuperación en el caso de un envenenamiento agudo, si la dosis no es mortal, son mayores que en el caso del envenenamiento crónico. Los efectos de este último son mucho más importantes por no ser evidentes en forma inmediata, lo que da lugar a que sus resultados insidiosos lleguen a ser más perjudiciales.

2.5.3 Formas de los contaminantes atmosféricos

Las sustancias pueden aparecer en el aire bajo muchas formas físicas, las que con frecuencia son definidas por el ingeniero de salud industrial en la forma siguiente:

- ✓ Polvos. Partículas sólidas generadas por el manejo, el aplastado, el molido, el impacto rápido, la detonación, o la incineración de materias orgánicas o inorgánicas, tales como roca, mineral, metal, carbón, grano de madera y otras. Las partículas de polvo no tienden a agruparse, excepto cuando son sometidas a fuerzas electrostáticas; no se difunden en el aire, sino que se posan bajo la influencia de la gravedad.
- ✓ Emanaciones. Partículas sólidas generadas por condensación del estado gaseoso, generalmente después de la volatilización de metales fundidos y otras causas análogas, y acompañadas en su mayoría por una reacción química, tal como la oxidación. Las emanaciones tienden a agruparse y en ocasiones a fundirse.
- ✓ Gases. En general fluidos sin forma que ocupan el espacio en un lugar cerrado y pueden ser cambiados al estado líquido o sólido mediante el efecto combinado de una presión aumentada o un descenso de temperatura. Los gases tienden a difundirse.

- ✓ Neblinas. Gotas minúsculas de líquidos ocasionadas por la condensación al pasar del estado gaseoso al estado líquido o al desintegrar un líquido a un estado disperso, mediante rociadas, formación de espuma o atomización.
- ✓ Humos. Partículas de carbón u hollín, de menos de 0.1 micrón de tamaño, que son resultado de la combustión incompleta de materiales carbonosos tales como el carbón, el petróleo, el alquitrán o el tabaco.
- ✓ Vapores. Forma gaseosa de sustancias que normalmente se encuentran en estado sólido o líquido, y en las que pueden efectuarse cambios de estado, aumentando la presión o disminuyendo la temperatura únicamente. Los vapores se difunden.

2.5.4 Control del ambiente

Los riesgos a la salud en las industrias que pueden necesitar la intervención de un control de ingeniería acerca de los contaminantes atmosféricos (vapores, gases, polvos, humos, neblinas y emanaciones), ruido, energía radiada distinta del calor, condiciones insalubres, temperaturas altas o bajas, y situación respecto a la humedad. Desde el punto de vista de la aplicación de la información los primeros tres grupos (contaminantes atmosféricos, ruidos y energía radiada) necesitan estudiarse, pues el control de cada uno de ellos no es fácil de comprender, y aunque sean altamente técnicos se va a facilitar al lector alguna comprensión acerca de los factores que intervienen.

2.6 Protección personal

Aún cuando lo fundamental en cualquier esfuerzo en pro de la seguridad es modificar el ambiente físico, para hacer imposible que hechos no deseados se produzcan, en ocasiones es necesario, por razones económicas o de conveniencia salvaguardar al personal, equipando a este en forma individual con equipo protector personal especializado. Por ejemplo, en el taller sería conveniente suprimir todas las fuentes que originan el vuelo de partículas, para reducir a cero la posibilidad de lesiones en los ojos, o por lo menos reducirlas hasta un grado insignificante. Sin embargo en muchas situaciones reales en los talleres resulta o demasiado costoso o no inmediatamente práctico realizar en forma satisfactoria este propósito. Puede ser entonces necesario proteger los ojos del personal del taller mediante el uso del equipo adecuado.

Se reconocerá que el uso del equipo protector personal es una consideración importante y necesaria en el desarrollo de un programa de seguridad. Sin embargo como hasta cierto punto es necesario depender del equipo protector personal, en ocasiones existe la tentación de emplearlo sin intentar previamente investigar en forma escrupulosa los métodos posibles para corregir la situación peligrosa. Esto se traduce en una sustitución, consistente en utilizar dispositivos protectores de personal en lugar de aplicar métodos de ingeniería de seguridad para corregir la situación en un ambiente peligroso. El ingeniero de seguridad con experiencia encontrará casos frecuentes, por ejemplo en los talleres que emplean solventes tóxicos en cantidad suficientemente grande como para hacer razonable la instalación de un sistema de evacuación de los gases, pero en los que los empleados son equipados con respiradores como medida de control. La responsabilidad para mantener la seguridad en tal caso se ha cumplido de una manera mínima, pero las medidas de control no pueden considerarse como adecuadas.

2.6.1 Protección de los ojos

Se cuenta con equipo específico para la protección contra la posibilidad que los ojos sean golpeados por objetos duros y pequeños, expuestos a vapores irritantes, rociados con líquidos irritantes, irritados por la exposición a la energía radiante, tal como los rayos ultravioleta producidos por el arco eléctrico que se produce en operaciones de soldadura eléctrica. En general el equipo protector de los ojos debe acoplarse cómodamente y ofrecer una protección a los ojos de acuerdo con las recomendaciones del instituto americano. De acuerdo con estas especificaciones los fabricantes producen sus propios diseños. Por ejemplo la protección contra partículas volantes hace indispensable que el equipo de protección de los ojos se ajuste estrechamente alrededor de la cavidad o cuenca del ojo, pero han de suministrarse orificios de ventilación en lugares adecuados para evitar que las gafas se empañen. El método para disponer la ventilación de las gafas variara; en un caso podrá emplearse una rejilla de alambre en lugar de un lente de cristal, por la mayor capacidad para ventilación que así se obtiene; sin embargo si la exposición es a vapores irritantes será necesario que el dispositivo de protección no solamente sienta bien alrededor de la cuenca del ojo, sino que habrá de estar completamente cerrado, para que los vapores en el aire no hagan contacto con el ojo.

Los materiales utilizados en la construcción del equipo protector de los ojos deberá ser no corrosivo, fácil de limpiar, y en muchos casos no inflamable, y la parte transparente deberá ofrecer el campo de visión más amplio posible sin distorsión apreciable o efecto de prisma.

Cuando resulte necesario que un trabajador use cristales correctores es aconsejable que el equipo protector de los ojos se suministre con lentes correctores, cortados según la prescripción que necesite el usuario. Pueden obtenerse gafas para protección de los ojos que se acomodan sobre el tipo normal de lentes en uso, pero en tal caso es necesario que las gafas protectoras cuenten con surcos lo suficientemente profundos como para ajustarse cómodamente sobre los cristales de prescripción, esto puede afectar la sensación de comodidad del usuario y restringir en forma considerable su campo de visión.

2.6.2 Protección de la cara y los ojos

En algunas operaciones es necesario seleccionar una protección que cubra la totalidad de la cara, y en algunos casos se necesita que la protección de la cara sea lo bastante fuerte para que los ojos queden salvaguardados del riesgo ocasionado por partículas volantes relativamente pesadas. Las protecciones para la cara están generalmente suspendidas de una banda que rodea la cabeza, y pueden ser articuladas para que el levantarlas y bajarlas se haga con facilidad. En la mayoría de los casos el material protector es de plástico. Las especificaciones pueden exigir que el plástico sea no inflamable, y que sus superficies presenten resistencia a las ralladuras durante un empleo normal. No deben tener fallas que molesten al usuario con unos efectos de visión distorsionada, y la pantalla debe ser lo suficientemente fuerte como para resistir deformaciones por el impacto, el empleo ordinario, y situaciones de temperatura y humedad.

Hay varios tipos de equipo protector para la cara y los ojos. Los cascos de los soldadores son una protección especial contra el salpicado de metales fundidos, y contra la radiación producida por las operaciones de soldado.

Estos cascos deberán ser fabricados con materiales que aíslen contra el calor y la electricidad, y que no ardan fácilmente. Las pantallas deben cubrir en su totalidad la cara por ambos lados, para que también las orejas estén protegidas. Generalmente la ventana del casco, por la cual se ve al exterior esta diseñada para acomodar los lentes de filtro adecuados.

2.6.3 Protección de los dedos, las manos y los brazos

Más de una tercera parte de las lesiones incapacitantes ocupacionales que se producen, afectan a los dedos, las manos y los brazos, y su costo es más de un 20% de la compensación total pagada. Por la aparente vulnerabilidad de los dedos, las manos, y los brazos, con frecuencia se necesita usar equipo protector. Los fabricantes ofrecen una amplia variedad de tales equipos, adecuados para muchas operaciones especializadas, pero el tipo más común es el guante o alguna adaptación del mismo. El amplio uso de los guantes protectores, o de un equipo semejante, merece la consideración correspondiente a sus aplicaciones recomendadas. En general deberá recordarse que los guantes no se aconsejan en el caso de operadores que trabajen en máquinas rotativas, porque hay la posibilidad que el guante sea cogido en las partes giratorias, forzando así la mano del trabajador al interior de la máquina. Los guantes deben ser seleccionados cuidadosamente para cada operación específica, y la protección que ofrece el producto no debe lograrse con un aumento del riesgo que haya de correr el trabajador.

2.6.4 Protección de los pies y las piernas

La protección normal de los pies utilizada en la industria es el zapato de seguridad, con puntera metálica las especificaciones correspondientes a este zapato han sido recomendadas por el Instituto Nacional Americano, dichas normas especifican un zapato de construcción fuerte y sólida, con protección de acero en la parte de los dedos, y provista de rebordes que se apoyen en la suela del zapato. Debe resistir una carga estática y una carga en impacto, de acuerdo con el procedimiento de prueba prescrito.

Los zapatos con punta de seguridad metálica son fabricados para una amplia variedad de situaciones de trabajo. Por ejemplo, un supervisor de un departamento puede seleccionar un tipo de zapatos de seguridad, que resultará difícil diferenciar de cualquier otro zapato bien hecho, en tanto que los trabajadores en una fundición pueden tener zapatos especiales que se ajustan perfectamente por encima del tobillo, pero que pueden ser eliminados rápidamente para proteger al usuario contra la posibilidad de una quemadura por metal que pueda entrar en el zapato. Otros tipos especializados incluyen los zapatos diseñados para reducir la posibilidad que pueda producirse una chispa cuando el usuario camina sobre una superficie abrasiva, y zapatos no conductores, que protegen al usuario mediante un aislamiento eléctrico hacia la tierra.

En ciertas ocupaciones donde existe la posibilidad que caigan objetos, que son pesados que lo estándar, y golpeen los dedos del pie, o donde puedan caer materiales relativamente pesados sobre el empeine, es necesario que los trabajadores usen protectores para los pies. Estos están hechos de metal de calibre grueso, con costillas, y cubren con metal corrugado el pie, desde la punta hasta el tobillo.

Las especificaciones de estos protectores indican que deben resistir el impacto de un objeto de por lo menos 300 libras que caiga desde una altura de un pie, cuando el reborde de la protección esté apoyado sobre una superficie firme y plana, sin sufrir una deformación tal que el pie protegido pueda resultar lesionado.

2.6.5 Protección contra el ruido

Los sonidos son escuchados cuando, en condiciones de presión atmosférica normal, se producen variaciones de una magnitud suficiente. Estas variaciones llegan al oído como diferencias de presión, y son transmitidas por el mecanismo auditivo al cerebro, en donde producen sensaciones. La protección contra los ruidos perjudiciales que excedan los niveles de exposición al ruido permitidos se realiza de preferencia reduciendo el ruido en su propia fuente. Esto exige en general, la aplicación de ingeniería que elimine o reduzca el sonido eliminando su causa, o reduciendo los efectos de su transmisión, mediante barreras adecuadas al ruido. Aún cuando la mayor parte del sonido llega al oído interior a través del canal auditivo, y esta energía sonora puede ser bloqueada mediante un protector en la oreja, una parte importante del sonido puede ser transmitida al oído interior por los huesos de la cabeza. Los dispositivos para la protección del oído no pueden reducir el sonido que llega al oído interior en más de aproximadamente 50 dB. Hay tres tipos generales de protectores del oído:

1. El tapón. Puede ser moldeado en hule suave, materiales plásticos duros, conformados para acomodarse al canal auditivo del usuario, o con materiales moldeables que el usuario puede ajustar a sus propios canales auditivos.

2. La almohadilla o dona. Estos son dispositivos que se mantienen en posición sobre las orejas por medio de bandas que cruzan la cabeza, y pueden estar fabricados en hule, kapok, o con metal y hule, con variaciones en su diseño para discriminar contra determinadas frecuencias sonoras.
3. El casco. En la actualidad se realizan pruebas para crear un casco con una alta capacidad de reducción del ruido. Para una mayor efectividad contra niveles extraordinarios de ruido de alta intensidad puede ser necesario que cubra la cara, igual que el resto de la cabeza.

Un factor que afecta la eficacia de los dispositivos protectores del oído es la amplia variación en tamaño y forma del oído humano. Un mismo protector del oído puede tener formas muy diferentes de acuerdo con su uso en diferentes oídos. La reducción del ruido, lograda mediante un dispositivo para el oído puede expresarse con relación a la frecuencia, ya que en general su efectividad varía según la frecuencia. Una ventaja del uso de los tapones para el oído, que puede parecer paradójica, consiste en que en presencia de altos niveles de ruido el usuario de un tapón mejora su comprensión de la palabra aun en presencia del ruido.

2.6.6 Equipo respiratorio protector

En donde los procesos industriales crean contaminantes atmosféricos que pueden ser peligrosos para la salud de los trabajadores, la primera consideración debe ser siempre la de aplicar medidas de ingeniería para controlar los contaminantes.

En algunos casos, como en las situaciones que se indican a continuación, las medidas de ingeniería no son prácticas, y los trabajadores habrán por lo tanto de recibir un equipo protector respiratorio personal.

Las situaciones de emergencia en donde el personal está expuesto a concentraciones de contaminantes que tienen un efecto rápido y peligroso sobre la vida o la salud durante cortos periodos, exigen emplear dispositivos de protección que den una completa salvaguarda respiratoria, en la que se incluya protección adicional en caso que se produzca una falla en el dispositivo en el momento en que el trabajador se encuentra expuesto a la atmósfera peligrosa.

Las situaciones de no emergencia, corresponden en general a las operaciones normales o de rutina que exponen a los trabajadores a la atmósfera cuando ésta no presenta un peligro rápido y grave contra la vida o la salud, pero que puede producir enfermedades crónicas, incomodidad muy marcada, o pueden resultar en daños permanentes físicos, o incluso la muerte después de exposiciones repetidas o prolongadas. Pueden conseguirse dispositivos protectores de la respiración para situaciones de emergencia y de no emergencia.

CONCLUSIONES

1. Con un adecuado plan de mantenimiento para todos los equipos del taller se obtendrán beneficios para todos los trabajadores, pues, no existirán fallas o desperfectos que interrumpan los trabajos a realizar.
2. Con una correcta capacitación a todo el personal técnico de la empresa se garantizará un adecuado funcionamiento de los equipos y maquinaria que estos utilicen.
3. Cuando todos los trabajadores comprendan la importancia de la seguridad industrial, se podrán evitar actos o condiciones inseguras que puedan provocar accidentes que perjudiquen la salud de los mismos.
4. Con las nuevas instalaciones se podrán obtener beneficios de espacio, así como un incremento en la producción de todos los trabajos requeridos por los clientes.
5. Debido a la construcción del nuevo centro de servicio se cumplirán con todas las normas de seguridad y control ambiental que son requeridos por el gobierno, mejorando las condiciones de todos los trabajadores que participen en los trabajos demandados.

RECOMENDACIONES

Para el Ingeniero de operaciones.

1. Es muy importante que el personal encargado de mantenimiento cumpla con los programas de mantenimiento preventivo para cada equipo o maquinaria, evitando, así, que surjan las averías o fallas.
2. Es necesario que los técnicos de mantenimiento tengan conocimientos sólidos de cimentación y montaje de maquinaria y equipo, en los casos que necesiten utilizar estos conocimientos para el reacondicionamiento o traslado de los mismos.
3. Se debe de implementar de inmediato un reacondicionamiento de la bodega de herramientas y repuestos, ya que, esta no brinda las características necesarias para cumplir con sus asignaciones y deberes.
4. El encargado de seguridad industrial del taller debe de impartir cursos que ayuden al personal encargado del mantenimiento a reconocer los actos y condiciones inseguras, evitando, así, los accidentes o lesiones.
5. Insistir para que los trabajadores del taller cumplan con las normas de seguridad e higiene industrial.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Avallone, Eugenio y Teodoro Baumeister. **Manual del ingeniero mecánico**. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 1995.
2. G. Pita, Eduardo. **Acondicionamiento de aire principios y sistemas**. 2ª ed. México: Editorial Continental, 2002. 548 pp.
3. Grimaldi, Juan y Rollin Simonds. **La seguridad industrial su administración**. 3ª ed. México: Alfaomega, 1986. 510 pp.
4. D. Deutschman, Aarón y otros. **Diseño de máquinas teoría y practica**. 9ª ed. México: Editorial Continental, 1999. 973pp.