

95  
24.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"CAMPUS ARAGON"**

**"IMPLEMENTACION DE UN  
PROGRAMA GENERAL DE  
MANTENIMIENTO EN LOS  
LABORATORIOS DE DISEÑO Y  
MANUFACTURA DE LA UNAM  
CAMPUS ARAGON."**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO MECANICO**  
**ELECTRICISTA**  
**PRESENTAN:**  
**ANGEL ALFONSO / SANCHEZ RAZO**  
**RICARDO MONDRAGON PEREZ**

**ASESOR: ING. EDUARDO RODRIGUEZ FLORES**

**MÉXICO.**

**1997**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **A MI MADRE:**

QUIEN SIEMPRE HA ESTADO CONMIGO EN LOS MOMENTOS MAS DIFICILES QUE HE PASADO Y QUE EN ALGÚN MOMENTO ME HICIERON FLAQUEAR EN EL LOGRO DE ESTA META Y POR QUE SIEMPRE ME DA SU CARINO INCONDICIONAL.

### **A MI ESPOSA:**

POR QUE DESDE ANTES DE SER MI COMPAÑERA ME HA MOTIVADO PARA PODER CONCLUIR LA PRESENTE TESIS.

### **A MI PEQUEÑA HIJA:**

ANAHI MONSERRAT POR QUE DESDE EL MOMENTO EN QUE DIOS ME LA MANDO, HA SIDO UNA RAZÓN MAS FUERTE POR LA CUAL TENGO QUE SUPERARME MAS CADA DÍA.

### **A MIS HERMANOS Y FAMILIARES:**

QUE EN TODO MOMENTO ME HAN BRINDADO SU APOYO Y ME HAN ALENTADO PARA SEGUIR ADELANTE EN LA VIDA.  
DAVID, RICARDO, GUSTAVO DANIEL,  
LEANDRA, GUSTAVO RAZO Y AGUSTÍN RAZO.

### **A MI ASESOR DE TESIS:**

POR HABERME DADO LA OPORTUNIDAD DE HABER DESARROLLADO ESTE PROYECTO COMPARTIENDO SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS CONMIGO.

### **A LOS PROFESORES:**

QUIENES ME DIERON PARTE DE LO QUE HAN APRENDIDO A LO LARGO DE SU ACTIVIDAD ACADÉMICA.

### **A MI AMIGO PEDRO:**

POR ME BRINDO SU AYUDA EN UNA FORMA DESINTERESADA Y LEAL.

**ANGEL ALFONSO SÁNCHEZ RAZO**

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **A MIS PADRES:**

JUANA PÉREZ Y SANTOS MONDRAGÓN, "EN RECUERDO A SU MEMORIA" POR HABERME DADO LA VIDA Y HABERME ENSEÑADO LOS BUENOS VALORES Y VIRTUDES CON LOS QUE SE FORJA UN HOMBRE.

### **A MI ESPOSA:**

ESTHER ROSAS POR HABERME BRINDADO SU COMPRENSIÓN Y CARÍÑO.

### **A MIS HIJOS:**

RICARDO IVAN Y JOHANA QUIENES FUERON EN TODO MOMENTO UN ALIENTO MUY PODEROSO PARA SEGUIR ADELANTE.

### **A MIS HERMANOS:**

SOFÍA, ISABEL, TERESA, SARA, ARNULFO, GUILLERMO, PERO MUY EN ESPECIAL A MI HERMANO MENOR RAÚL A QUIEN LE AGRADEZCO TODO.

### **A MI ASESOR DE TESIS:**

INGÉNIEIRO EDUARDO RODRÍGUEZ A QUIEN LE AGRADEZCO EL HABERME APORTADO SU CONOCIMIENTO Y APOYO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA TESIS.

### **A MIS AMIGOS:**

PEDRO. POR HABERME BRINDADO SU APOYO DESINTERESADAMENTE PARA PODER REALIZAR LA PRESENTE TESIS.

JUAN VÁZQUEZ. QUIEN SIEMPRE TUVO UNA PALABRA DE ALIENTO PARA QUE NO DECLINARA EN MI OBJETIVO FINAL.

**RICARDO MONDRAGÓN PÉREZ**

**IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA GENERAL DE  
MANTENIMIENTO EN LOS LABORATORIOS DE  
DISEÑO Y MANUFACTURA DE LA U.N.A.M.  
CAMPUS ARAGÓN**

## INDICE

	PAGINA
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	10
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	10
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	11
<b>ANTECEDENTES</b> .....	12
<b>CAPITULO I</b>	
<b>HIGIENE Y SEGURIDAD, APLICADAS A LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.</b>	
Introducción .....	17
<b>I.1 HIGIENE INDUSTRIAL</b> .....	18
I.1.1 El trabajo .....	21
I.1.2 Accidentes eléctricos .....	22
I.1.3 Materiales para construcción de centros industriales .....	23
I.1.4 Pisos, techos, paredes y puertas .....	25
I.1.5 Escaleras y pasillos .....	28
I.1.6 Ventilación .....	28
I.1.7 Calefacción .....	31
I.1.8 Iluminación .....	34
<b>I.2 SEGURIDAD INDUSTRIAL</b> .....	43
I.2.1 Evolución de los conceptos modernos de la seguridad .....	43
I.2.2 Legislación laboral en el continente americano .....	47
I.2.3 Concepto de Seguridad Industrial .....	52
I.2.4 Equipos de seguridad personal .....	56
I.2.5 Equipos de seguridad colectiva .....	64
I.2.6 Manejo de la corriente eléctrica .....	69
I.2.7 Medidas contra incendios .....	73
<b>CAPITULO II</b>	
<b>CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.</b>	
Introducción .....	81
<b>II.1 Clasificación de las maquinas herramientas</b> .....	82
<b>II.2 Maquinas herramientas y sus principales puntos de seguridad</b> .....	85
II.2.1 Torno .....	86
A) Tipos de tornos mecánicos .....	86
B) Partes principales del torno .....	86

C) Herramientas de corte para torno. ....	89
D) Principales operaciones del torno. ....	91
E) Principales puntos de seguridad. ....	94
II.2.2 Fresadora. ....	95
A) Tipos de fresadoras. ....	96
B) Partes principales de la fresadora. ....	98
C) Herramientas de corte para fresadoras. ....	99
D) Principales operaciones de la fresa. ....	99
E) Principales puntos de seguridad. ....	102
II.2.3 Cepillo. ....	103
A) Tipos de cepillos. ....	104
B) Partes principales del cepillo. ....	108
C) Herramientas de corte en el cepillado. ....	109
D) Dispositivos sujetadores. ....	110
E) Principales operaciones de el cepillo. ....	111
F) Principales puntos de seguridad. ....	112
II.2.3 Taladradoras. ....	113
A) Tipos de taladradoras. ....	114
B) Partes principales de la taladradora. ....	116
C) Herramientas de corte en la taladradora. ....	117
D) Dispositivos para sujetar la herramienta. ....	120
E) Principales operaciones de la taladradora. ....	121
F) Principales puntos de seguridad. ....	124

### **CAPITULO III**

#### **EL MANTENIMIENTO Y SU CLASIFICACIÓN**

Introducción. ....	127
<b>Mantenimiento. ....</b>	<b>128</b>
III.1 Mantenimiento Preventivo. ....	130
III.2 Mantenimiento Predictivo. ....	136
III.3 Mantenimiento Correctivo. ....	139
III.4 Mantenimiento Eléctrico. ....	140
III.4.1 Motor. ....	141
III.4.2 Cuadro de control. ....	141
III.4.3 Enclavamientos. ....	142
III.4.4 Contactos. ....	142

III.4.5 Reles. ....	143
III.4.6 Cuadro electrónico de control. ....	143
<b>III.5 Localización y corrección de anomalías en las máquinas herramientas. ....</b>	<b>144</b>
III.5.1 Husillos principales (árboles). ....	144
III.5.2 Guías y placas guías (cuñas). ....	145
A) Guías y correderas. ....	145
B) Placas guías. ....	146
C) Placas guías paralelas. ....	146
D) Placas de sostén. ....	147
III.5.3 Platos (mandriles). ....	147
A) Platos con juego excesivo. ....	147
B) Garras de los platos. ....	147
III.5.4 Torretas y portaherramientas. ....	148
III.5.5 Cimentaciones de las máquinas. ....	148
III.5.6 Engranajes. ....	149
III.5.7 Árboles, brazos y soportes. ....	149
III.5.8 Husillos roscados y tuercas. ....	149
A) Sujeción de herramientas y de piezas. ....	150
<b>III.6 Deterioros en engranajes y cojinetes. ....</b>	<b>151</b>
III.6.1 Aspereza de la superficie original. ....	151
III.6.2 Materias extrañas. ....	152
III.6.3 Averías mecánicas. ....	153
III.6.4 Fallas del material. ....	153
III.6.5 Fallas de lubricación. ....	154
III.6.6 Elementos protectores de las guías. ....	155
III.6.7 Ruido de los rodamientos. ....	156
III.6.8 Comprobación de la temperatura del rodamiento. ....	156
III.6.9 Verificación de los retenes del lubricante. ....	157
A) Verificación del lubricante. ....	157
B) Causas del deterioro de los rodamientos. ....	159
<b>III.7 Lubricación de las máquinas herramientas. ....</b>	<b>159</b>
III.7.1 Sistemas hidráulicos. ....	159
III.7.2 Estabilidad química. ....	159
III.7.3 Poder antiemulsionante. ....	160
III.7.4 Resistencia de la película. ....	161
III.7.5 Viscosidad. ....	161
III.7.6 Lubricación de las guías. ....	161



III.7.7 Lubricación de los husillos. ....	162
III.7.8 Lubricación de los cabezales y de las cajas de cambio de velocidades. ..	164
III.7.9 Lubricación de los rodamientos de bolas y de rodillos.....	164

## **CAPITULO IV**

### **PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (CASO PRACTICO).**

Introducción. ....	168
Definición. ....	169
IV.1 Procedimientos del Sistema General de Mantenimiento. ....	169
IV.1.1 Procedimientos del Mantenimiento Preventivo. ....	169
IV.1.2 Procedimientos del Mantenimiento Correctivo. ....	174
IV.2 Descripción de formatos utilizados. ....	178
IV.2.1 Formatos. ....	178
A) Guía de Servicio Preventivo (GSP). ....	178
B) Orden de Reparación (OR). ....	183
C) Solicitud de Refacciones al Almacén (SRA). ....	188
D) Reporte del Operador (RO). ....	192
E) Registro de Servicios (RS). ....	196
F) Bitácora General (BG). ....	200
G) Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP). ....	204
IV.3 Control de Mantenimiento. ....	208
CONCLUSIONES. ....	210
BIBLIOGRAFÍA. ....	211

## **INTRODUCCIÓN**

La E.N.E.P. Aragón fue creada el 23 de septiembre de 1975 e inaugurada el día 16 de enero de 1976 por el Dr. Guillermo Soberón Acevedo, siendo esta la quinta Escuela Nacional de Estudios Profesionales.

Las cinco E.N.E.P. nacieron a partir del constante aumento de solicitudes registrado durante los últimos años y debido a que en Ciudad Universitaria se habían concentrado en forma excesiva escuelas, facultades e institutos, poniendo en riesgo la calidad de la enseñanza, la administración y los servicios.

Las E.N.E.P. son el resultado de un programa de descentralización acordado por el H. Consejo Universitario y se crearon a partir de 1974.

Las E.N.E.P. se fundaron en las zonas de mayor crecimiento urbano.

La E.N.E.P. Aragón es la institución más joven de la Universidad Nacional, esto no significa que los egresados de otras escuelas estén mejor preparados, sino que por su reciente consolidación es un ejemplo de modernización y evolución educativa.

Las carreras impartidas en la E.N.E.P.-Aragón fueron y continúan siendo:

- Arquitectura
- Diseño Industrial
- Derecho
- Economía
- Ingeniería Civil
- Ingeniería en Computación
- Ingeniería Mecánica Eléctrica
- Periodismo
- Pedagogía
- Planificación para el Desarrollo Agropecuario
- Sociología
- Relaciones Internacionales

En la actualidad cuenta con tres maestrías y dos especialidades.

La E.N.E.P. Aragón fue proyectada para acoger a 15 mil estudiantes, en su inicio solo fueron 2,122 alumnos, actualmente ese número se ha incrementado a 213,000 aproximadamente.

La E.N.E.P. Aragón cuenta con 12 edificios de aulas, 3 de talleres y laboratorios, 1 de Biblioteca, 1 de Mantenimiento, 1 de Gobierno, 1 de Adquisiciones, 1 de Apoyo Académico, 1 de la Coordinación del Centro de Lenguas, 1 de Servicio Médico, 1 de Comedor, 1 con Salón de Usos Múltiples y 1 del Centro Tecnológico.

Quisiéramos recordar que la Ingeniería Industrial y la Ingeniería Eléctrica se estudian dentro de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, cuyo objetivo general es:

Preparar profesionales en las áreas de la Ingeniería Mecánica Eléctrica con una formación científica, sólida y un conocimiento profundo de las técnicas de las ingenierías y capaces de seleccionar y aplicar eficientemente la tecnología más adecuada a los problemas que plantea el desarrollo industrial del país, a fin de lograr la transformación requerida y capaces también de realizar y difundir investigaciones sobre problemas de interés nacional en las áreas de la Ingeniería Mecánica Eléctrica, y así contribuir a la actualización y especialización de profesionales de estas áreas y coadyuvar al desarrollo científico y tecnológico del país.

El Ingeniero Mecánico Electricista es el profesional que utiliza los conocimientos de las ciencias físicas y matemáticas y las técnicas de la Ingeniería, de economía y administración, para transformar la naturaleza por medio de dispositivos mecánicos y eléctricos en beneficio de la sociedad, y para optimizar la integración y el funcionamiento de sistemas productivos formados por hombres y máquinas.

En el campo de la Ingeniería Mecánica interviene en el diseño de máquinas, dispositivos y sistemas mecánicos, planea y supervisa manufactura de componentes para equipos industriales de la más diversa índole, proyectando o asignando el herramental requerido y calculando los costos de fabricación y dirige el montaje, operación y mantenimiento de las instalaciones y aparatos mecánicos.

En el campo de los sistemas eléctricos y electrónicos interviene en la planeación, diseño y operación de sistemas eléctricos de potencia, así como el diseño de instalaciones y de máquinas eléctricas. Además estudia y realiza las aplicaciones industriales de la electrónica y el control automático de procesos e interviene en el estudio y realización de los sistemas de comunicaciones tales como telefonía, radio, televisión y microondas.

En el campo de la Ingeniería Industrial, planea organiza y controla los sistemas integrados por hombres y máquinas, utilizando técnicas matemáticas y principios de economía y de administración para la optimización de procesos industriales y de servicios.

El Ingeniero Mecánico Electricista puede aplicar sus conocimientos, tanto en el sector público como privado en:

Industria de bienes de capital.

Industria de la transformación.

Servicios.

Comercio.

Centro de enseñanza media y superior.

Hemos numerado algunas disciplinas faltando, por señalar el derecho legal y laboral así como las relaciones públicas e industriales de las empresas.

Sin dejar de tomar en cuenta las normas de higiene y seguridad, además de que debe conservar una interrelación estrecha con las demás carreras profesionales, para su mejor desempeño laboral.

La presente tesis la hemos desarrollado en cuatro capítulos, en los cuales podremos ver:

Capítulo I: Hablaremos de la higiene y la seguridad, tocando algunas condiciones primordiales y necesarias para el buen desempeño laboral. En higiene veremos: la iluminación, el código de colores, la limpieza de las áreas, los techos, además de algunos otros puntos. En seguridad veremos lo referente a la protección individual y protección colectiva.

Capítulo II: Podremos ver algunas clasificaciones de las máquinas herramientas, mencionando algunas con las que cuentan los laboratorios de diseño y manufactura. Se mencionaran también sus partes y operaciones principales que se pueden realizar en cada una. Sin dejar pasar algunos puntos primordiales y básicos de seguridad, que se necesitan obedecer para poder operar las máquinas sin riesgo alguno.

Capítulo III: En este capítulo definiremos lo que es mantenimiento, tipos de este y algunas aplicaciones de este a las máquinas herramientas.

Capítulo IV: Por último en este capítulo, podremos observar lo que es el programa general de mantenimiento, que incluirá diagramas de flujo para la realización del mantenimiento, junto con algunos formatos que se deberán cumplir para una buena organización y cumplimiento del mismo.

## **OBJETIVO GENERAL.**

Establecer una comunicación permanente entre: el jefe de los laboratorios, técnicos académicos y usuarios (alumnos) para brindar un servicio eficiente en los laboratorios de Diseño y Manufactura. Y al mismo tiempo programar las actividades de mantenimiento preventivo que nos permita tener las maquinas herramientas en las mejores condiciones de operación.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- A) Mantener la mayoría de las máquinas herramientas en servicio, y que estas sean mas eficientes.
- B) Implantar el Programa General de Mantenimiento en los laboratorios de Diseño y Manufactura, y una vez que este establecido, sirva de base para aplicarlo a otros laboratorios.
- C) Solicitar la adquisición anticipada de refacciones y/o materiales necesarios para las labores de mantenimiento.
- D) Fijar las bases para el procesamiento mecanizado de la información de mantenimiento.
- E) Evitar paros de maquinas durante el semestre, cuando los alumnos necesiten realizar sus practicas.
- F) Llevar una administración adecuada de los recursos materiales y humanos de los laboratorios.

## **JUSTIFICACIÓN.**

El propósito del trabajo de tesis es tener un mantenimiento planeado y organizado para tener en las mejores condiciones de operación las maquinas herramientas y así mismo brindar un servicio dentro de los talleres a los alumnos y profesores que a ellos acuden a realizar sus practicas. Ya que actualmente se atiende a alumnos de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, tanto del área Industrial como del área Mecánica. Así como también a alumnos de las carreras de Arquitectura, Diseño Industrial y todo aquel que se presente a solicitar servicio dentro de los talleres.

Al realizar el Mantenimiento preventivo estaremos reduciendo costos significativos en comparación con los ocasionados por un mantenimiento correctivo.

De esta manera los paros de maquina se podrán realizar en una forma escalonada y programada durante los periodos intersemestrales, para no afectar las practicas que se desarrollan en los laboratorios durante el semestre.

## **ANTECEDENTES.**

La acción mantenedora al inicio del desarrollo de la civilización industrial, no podía ser más caótica y totalmente desprobita de la base técnica y económica, puesto que la propia producción estaba muy lejos de ser racionalizada y, en consecuencia, las actividades colaterales no podían hallarse más que en estado de completo abandono.

A medida que evolucionaba el conocimiento del proceso productivo y se aceleraba la creación de bienes duraderos más avanzados y menos costosos, aparecieron numerosos problemas de difícil solución en el campo de la producción, que requirieron decenas de años antes de poderse afrontar organizadamente y de forma definitiva.

Con la racionalización de los procesos productivos y el afianzamiento del concepto de productividad, indispensable para la supervivencia de una empresa, también las actividades complementarias a la producción y, como tales, productoras de costes, han adquirido la importancia que, ya anteriormente, habían merecido.

Entre las diversas actividades auxiliares a la producción, el mantenimiento ha adquirido, con el transcurso de tiempo, una importancia cada vez mayor, incrementada, sin duda, por el aumento continuo del campo de aplicación de la máquina dentro de todos los sectores de la producción, en todas las facetas posibles del ciclo de trabajo a nivel técnico y tecnológico, con complejidades cada vez mayores. Como consecuencia surge la necesidad de la intervención preventiva y correctiva organizada, cuya ejecución encuadrada dentro de esquemas modernos, servirá para contener el progresivo aumento de costes que, en una situación similar, el mantenimiento compartiría inevitablemente.

Al principio del proceso industrial, que podríamos fechar en unos doscientos años atrás, cuando se inventó la máquina de vapor, la función del mantenimiento, entendida como preventiva de averías, no existía. Las intervenciones eran todas, empleando la terminología que se usa actualmente, de emergencia, esto es, cuando la avería había tenido ya lugar, y la reparación se encomendaba a menudo al propio operador de la máquina. A veces los reparadores eran los mismos responsables de lo que ahora llamamos centrales térmicas, ya que éstos eran los únicos que estaban familiarizados con maquinaria complicada.

Con el tiempo, junto a la caldera aparecieron los talleres mecánicos que intervenían a petición de los responsables de producción. De este origen queda todavía alguna reminiscencia en algunas empresas medianas y pequeñas, en las cuales el mantenimiento todavía está encuadrado dentro de los servicios generales, o en las recomendaciones de algunos consultores según los cuales, invirtiendo los términos, el ejercicio de los servicios generales, deben ser competencia del mantenimiento.



También el mantenimiento eléctrico, al principio del proceso industrial, era de emergencia y llevado a cabo por personal responsable de lo que se llama distribución o cuadro eléctrico interno, de modo que todavía exige hoy en día en algunas empresas un servicio eléctrico responsable de las funciones, distribución y mantenimiento, autónomo y diferenciado del taller mecánico que se identificaba con el servicio de mantenimiento.

El mantenimiento de los instrumentos y automatismo es algo mucho más reciente, y que además en algunos casos se confía a la oficina técnica del establecimiento, considera como conjunto de cerebros en contraposición a la supuesta pobreza de capacidad técnica sofisticada de los talleres mecánicos, relegados a mantener solamente maquinaria tradicional.

También el mantenimiento de albañilería se encargaba a menudo al que, en la organización de la fábrica, era responsable de las nuevas construcciones, mientras que en el caso de problemas de mantenimiento complejos el taller de albañilería podía ser autónomo.

En todo esto puede verse la falta de plan, de estrategia unificada con objetivos claros y precisos. Las intervenciones se hacían a medida que surgían las necesidades.

Otro reflejo indicativo de este estado de cosas se tiene en la falta de un léxico único y común, hasta el extremo de que la propia definición de mantenimiento, introducida en 1963, es muy reciente y que sólo en 1972 la EFNMS (European Federation of National Maintenance Society) ha promovido un proyecto a nivel europeo de la unificación de los términos usados en mantenimiento.

En honor a la verdad que hay que puntualizar que los problemas eran en aquellos tiempos bastante más sencillos que en la actualidad. No había automatismo, los procesos continuos eran raros, la química, y en particular la petroquímica, estaba en sus labores, la maquinaria era lenta y poco sofisticada, las producciones, unitarias bajas, la maquinaria se confiaba a los cuidados de su operador (sistema caballo- caballo) y el sobredimensionamiento de los componentes habituales.

Pasando del campo técnico al económico, el coste horario de la mano de obra era mucho más baja que en la actualidad y el mercado se desenvolvía a menudo en régimen de monopolio por lo menos en la práctica.

Durante todo este período, las industrias descartaban cualquier actividad que no pudiera analizarse bajo el aspecto costó- beneficio, incluyendo el mantenimiento que se consideraba sólo un gasto y no un factor productivo o creativo.

La imagen del mantenimiento tan sólo cambiaría con, la mecanización y el aumento del número de maquinaria en funcionamiento.

Las cada vez más estrechas relaciones y el recíproco condicionamiento creador entre los anchos productivos y los económicos una vez superada la fase más crítica de los aspectos técnicos, llevaron a las empresas industriales a buscar un equilibrio técnico cada vez más riguroso y, en consecuencia, a planteamientos y soluciones diversas a los numerosos problemas generados por la actividad empresarial.

El problema del mantenimiento en estado eficiente de las instalaciones productivas, de las instalaciones de servicio y de todas las demás en general, que habían sido particularmente descuidadas con anterioridad. Estas necesidades aparecen como consecuencia lógica de ciertos elementos objetivos que recordaremos:

- 1.- El elevado costo inicial de la instalación y en consecuencia la necesidad de una utilización completa y racional de la misma en condiciones de máximo rendimiento.
- 2.- La repercusión negativa sobre la producción, de los paros en las instalaciones o que de alguna manera condicionan de forma importante en el desarrollo del ciclo productivo.
- 3.- El elevado nivel alcanzado por la mecanización y la creciente complejidad de la maquinaria.

Del mantenimiento, en el sentido moderno, se empieza a hablar, por lo menos en Italia, al terminar la reconstrucción de la posguerra hacia el año cincuenta, bajo el signo de "novedad americana", conjuntamente con el tema de las relaciones humanas y la extensión del taylorismo, ya conocido de años atrás. Es decir, mientras la producción se racionaliza (Taylor) y los departamentos de personal intentan responder a los primeros tímidos problemas del trato con el personal (relaciones humanas), el mantenimiento se da cuenta de que no basta con reparar la avería, una vez aparecida, sino que es necesario prevenir. Nace el mantenimiento preventivo (M.P.).

Preocupados tanto por las pérdidas de producción como por la degeneración de la calidad, las direcciones ponen en práctica planes de mantenimiento preventivo, a intervalos fijos, prevén el desmontaje casi total de las máquinas singulares para controlar y en consecuencia sustituir cojinetes, correas y otros elementos sujetos a desgaste, corrosión y fatiga.

El realizador del trabajo, bajo la obsesión de que hay que evitar la avería, una vez extraído de su alojamiento, por ejemplo: un cojinete, aunque la inspección resultara positiva, acababa por sustituirlo por otro nuevo, ya que no disponía de ningún aparato de medida para estimar si el cojinete podría sobrevivir hasta la próxima revisión. Tenemos pues un desperdicio notable de material sin aumentar normalmente la fiabilidad de la máquina..

Estos trabajos, muy costosos por la cantidad de mano de obra especializada y los materiales empleados, exigen por una parte paradas largas de la maquinaria, con la siguiente pérdida de producción, y no eliminan por completo las roturas accidentales.

El estudio y realización de los planes de mantenimiento preventivo exigen la creación de una estructura organizada que los dirija.

Como consecuencia de las consideraciones expuestas, nace la AIMAN (Associazione Italiana Tecnici di Manutenzione), cuyo primer congreso tubo lugar en Trieste en el año de 1906.

Mientras la industria tradicional se debate en estos problemas de conveniencia, se desarrollan, las industrias electrónicas, espacial y de transporte aéreo, que por su propia naturaleza necesitan instrumentos más sofisticados.

Nace en el mundo anglosajón el **Condition Based Maintenance**, según la cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento, sino de las condiciones efectivas del componente o sus elementos, y de la fiabilidad determinada del sistema.

Esta política de mantenimiento, que estamos tentados en llamar de tercera generación, ahora se aplica también en algunas industrias rusas, gracias a la disponibilidad de aparatos electrónicos de control espaciales y a la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en computadoras electrónicas.

## **CAPITULO I**

# **HIGIENE Y SEGURIDAD, APLICADAS A LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.**

## **Introducción**

En el presente capítulo hemos desarrollado los temas de Higiene y Seguridad Industrial. En toda empresa o taller es indispensable aplicar medidas de higiene y seguridad, ya que el hacer caso omiso de estas trae como consecuencia la gran cantidad de accidentes anualmente registrados en el I.M.S.S.. Accidentes en los cuales muchas de las veces los trabajadores quedan incapacitados de por vida o en el peor de los casos llegan a morir.

La Higiene y Seguridad Industrial tienen como objetivo principal el salvaguardar la integridad física de los trabajadores, además de proporcionar un ambiente laboral agradable y seguro para que puedan realizar sus labores.

La buena aplicación de la Higiene y Seguridad Industrial nos permitirá evitar accidentes en cualquier empresa o taller, al mismo tiempo podremos ver que el número de incapacidades disminuye, teniendo con esto ahorros de gastos por accidentes y el contar con una plantilla laboral sana.

## **1.1 HIGIENE INDUSTRIAL**

Es el arte científico que tiene por objeto conservar y mejorar la salud física de los trabajadores, en relación con el trabajo que desempeñan, teniendo como meta abolir los riesgos del trabajo a que están expuestos.

La higiene industrial es un arte científico que controla y evita enfermedades en el trabajo y que corona los conocimientos de todas las profesiones puesto que todas, aún las más sencillas, pueden encerrar algún riesgo aún mínimo, que amenaza a los trabajadores.

La salud, pues, ya no es potestad de una profesión, la Medicina, sino de todas las disciplinas tecnológicas y científicas: abogados, arquitectos, antropólogos, biólogos, economistas, ingenieros, contadores, médicos, químicos, trabajadores sociales, etc.; todos los que desempeñamos alguna actividad lícita y honesta, debemos aportar nuestro esfuerzo al bien común: la salud del conglomerado social.

En nuestro medio social el gobierno tiene varias entidades oficiales que controlan el sector salud desde el punto de vista físico: Secretaría de Salubridad y Asistencia, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio del Estado y el Instituto Mexicano del Seguro Social. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, también interviene en la protección al trabajador.

Mas para alcanzar la salud en el trabajo, se necesita la investigación científico-técnica de la casuística y la estadística; las determinaciones legales con su aplicación correcta; la formación de especialistas en estos menesteres; la información de resultados para aumentar la riqueza cultural de todos; y la comunicación a los distintos grupos humanos interesados directamente en los problemas, comunicación al través de la palabra hablada o escrita; por medio de imágenes que plasmen resultados positivos. Labor de conjunto, no de esfuerzos dispersos.

En el caso particular de la rama prevencionista, objeto de nuestro estudio, sus relaciones saltan a la vista con la biología, geografía, física, matemáticas, sociología, economía, toxicología, mecánica, ingeniería y medicina.

La biología presta su concurso estableciendo la base de los fenómenos biológicos, dado que el hombre debe considerarse como el ser superior de los seres organizados.

La geografía ayuda a establecer las condiciones climatológicas que pueden determinar la existencia de riesgos profesionales, y las medidas necesarias, de acuerdo con las condiciones físicas, económicas, políticas humanas dadas, a fin de evitarlos.

La física nos enseña el proceso natural de los fenómenos físicos, en relación con el trabajo, y nos permite conocer el medio ambiente donde se desarrolla.

Las matemáticas nos permiten establecer los cálculos inherentes sobre la intensidad de los traumatismos causantes de riesgos profesionales, así como determinar la cantidad, en unidades específicas, de los factores físicos, químicos y biológicos en relación con los riesgos profesionales. Además por medio de la epidemiología y la estadística biológica se determina la cantidad y la calidad de lo acaecido.

La sociología ayuda a determinar las reacciones sociales frente a las consecuencias funestas de los riesgos, así como las posibilidades para reconocerlos en el transcurso del tiempo. La sociología tiene una rama que por sí sola representa una ciencia: La política.

Según Aristóteles el hombre es un animal eminentemente político que sabe reír. La risa es el producto anatómico y psicológico que hace mover los músculos de Santorini, que se encuentran exclusivamente en la cara de los seres humanos. La risa se define como la realización de la fantasía ese fenómeno biológico que nos permite explayarnos de sentimientos internos.

En la salud en el trabajo se emplea también la política educativa, de entrenamiento, de convencimiento, de creación de reflejos condicionados para hacer bien las cosas y no dar al traste en el trabajo provocando riesgos en el mismo, en toda su gama.

La economía nos determina la influencia negativa de los riesgos profesionales en el progreso económico de los pueblos.

La mecánica señala la acción morbosa de las fuerzas contrarias en el trabajo y permite orientarlas para conservar la salud.

La ingeniería permite el establecimiento de los dispositivos sanitarios para evitar posibles riesgos profesionales en los centros industriales.

La medicina, tanto en su rama quirúrgica como en su rama de medicina interna, con todas sus especialidades ayuda a conocer la etiología, patogenia, sintomatología, terapéutica y prevención de accidentes en el trabajo y enfermedades profesionales.

La toxicología nos ayuda a determinar la acción tóxica de las materias primas que manejan los trabajadores, deduciendo por nuestra parte, las medidas de prevención para evitar intoxicaciones.

La química tanto mineral como orgánica nos permite conocer el proceso químico íntimo de los fenómenos biológicos en relación con el trabajo.

Hemos enumerado algunas disciplinas faltando por señalar el derecho legal y laboral, las relaciones públicas e industriales, la organización de las empresas, la demografía, la arquitectura, la publicidad, etc. Ser experto en higiene y seguridad industrial necesita la colaboración de toda la gama de la actividad humana, en consulta permanente para aplicar los principios de su programa de salud.

La estabilidad de la higiene y seguridad industrial descansa en tres factores básicos:

A) El trabajador debe cumplir con los preceptos de carácter individual que se impongan por convencimiento y convicción para evitar los accidentes y las enfermedades del trabajo. Ante todo tener la preparación profesional que requiera la actividad ocupacional; conocer su oficio, tener conciencia de lo que esta haciendo dentro de un sistema organizado de productividad donde él representa el factor humano por excelencia; conocer los riesgos a que está expuesto y sobre todo, saber la manera de evitarlos. Usar mascarillas, guantes especiales, yelmos protectores, anteojos inastillables; trabajar ocho horas, dormir ocho horas, bañarse después de trabajar en medios tóxicos y polvosos, etc., son condiciones que la higiene y seguridad industrial le imponen, debiendo cumplirlos individualmente para su propio beneficio.

B) El ambiente lo forma la fábrica o centro de trabajo, las condiciones atmosféricas de presión, y de contaminación; el clima, la frecuencia y orientación de los vientos y todo el conjunto de los elementos naturales de la región donde se labora. El ambiente deberá cumplir preceptos de carácter colectivo que a la postre se traducen en beneficio de los trabajadores que laboran en las condiciones intrínsecas que lo caracterizan. Refiriéndose exclusivamente a la fábrica o locales de trabajo, deberá tomarse en cuenta el color de las paredes, el tamaño de las ventanas, la naturaleza del suelo, el tipo de iluminación, la ausencia p presencia de seres vivos, las protecciones a las partes peligrosas de la maquinaria, etc., son factores que cada centro de trabajo debe satisfacer, de acuerdo con la naturaleza de las labores que desarrolla.

C) Las materias primas, y los insumos a su vez, deben llenar requisitos higiénicos tanto para que no dañen a los trabajadores que las manejan como a los grupos humanos que consuman los productos elaborados. Las fábricas de productos alimenticios, productos químicos, medicamentos, gases para uso doméstico e industrial, etc., deben satisfacer requisitos especiales para que las materias primas o los productos no perjudiquen a los que estén en relación con ellos y los elementos humanos que los rodean.

En relación con lo que llevamos explicado, la higiene industrial puede dividirse en higiene individual e higiene colectiva.

La primera, trata de las condiciones higiénicas que debe satisfacer el trabajador en forma aislada, antójase egolista, para evitar los riesgos de su profesión; es decir, determina el uso sistemático de dispositivos, reglas y protecciones de carácter individual.

La segunda, trata de los medios higiénicos que es preciso establecer en un centro de trabajo para que independientemente de las protecciones industriales del trabajador, todo el conjunto labore en condiciones higiénicas de alcance general, compatible desde luego, con la labor específica de cada trabajador. En realidad, esta división de la higiene industrial debe considerarse como superficial, porque en la práctica deberán establecerse sistemáticamente medidas, reglas y equipos de



acondicionamiento tanto de carácter individual como colectivo para alcanzar el ideal higiénico en el trabajo.

Otro punto de vista para analizar los factores, es considerar exclusivamente al trabajador y el ambiente donde trabaja.

El trabajador con sus características humanas de genética, conocimientos, vicios, disciplina, sistematización de conducta, etcétera, y el ambiente con sus características de medio que puede ser excelente, bueno, molesto o malo para la actividad que desarrolla, de todas maneras este sistema de ver las cosas que algunos especialistas lo estiman más apropiado, no resta importancia al punto de vista general, de cualquiera que sea el sistema que se adopte para estudiar el problema, lo que importa es llegar a la meta de esta aspiración suprema: el bienestar físico, mental, social, económico y ocupacional del hombre desde el ángulo que nos compete.

### **1.1.1 EL TRABAJO**

Al nacer, el hombre trae almacenada determinada cantidad de energía por medio de la cual manifiesta sus cualidades vitales. Por medio de la alimentación, el organismo obtiene las sustancias que llevan potencialmente formas de energía (alimentos energéticos) y materiales (alimentos plásticos) que se suman a las propias células para hacerlo crecer y desarrollar. La energía se va acumulando, el individuo va creciendo. Llega un momento en que el almacén de energía que representa debe volver al medio que lo ha alimentado, que lo ha desvenuelto; sólo el trabajo es capaz de efectuar este ciclo.

Podemos definirlo como: conjunto de esfuerzos orgánicos adaptados al medio, encaminados a la obtención de satisfactores con finalidad de beneficio individual y social. El desarrollo de este esfuerzo coordinado produce pérdida de energía que se compensa con el beneficio que obtiene tanto el que trabaja como el medio social del que forma parte.

Cuando las condiciones del medio en que se trabaja son desfavorables o el individuo somete su organismo a esfuerzos muy considerables, entonces se rompe el equilibrio, se pierde la adaptación al medio y aparece el riesgo profesional. El punto de vista legal y moral sólo acepta como riesgos del trabajo, todos aquellos trastornos que se originan en el trabajo o como consecuencia del mismo, pero siempre y cuando éste sea de carácter lícito.

El trabajo podemos dividirlo en dos formas que nunca pueden existir en forma aislada absoluta, sino con predominio de una sobre la otra, en trabajo físico o muscular y trabajo intelectual o cerebral.

**Trabajo muscular.** Se da el nombre de trabajo físico o muscular al conjunto de esfuerzos orgánicos que se desarrollan fundamentalmente en el aparato locomotor representado por los músculos estriados, los huesos y las articulaciones. El estímulo para el funcionamiento de estos órganos, parte siempre del sistema nervioso central, lo que viene a representar cierto esfuerzo orgánico de carácter cerebral.

**Trabajo intelectual.** Se da el nombre de trabajo intelectual o cerebral al conjunto de esfuerzos orgánicos que se desarrollan fundamentalmente en el sistema nervioso. El hombre se singulariza por poseer, o por lo menos es la pretensión, el sistema nervioso mejor organizado de todos los metazoarios; en el cerebro anidan las funciones más importantes, comprendidas bajo el término de psíquicas. El cerebro tiene una doble función: una psíquica, representada por la atención, la memoria, el pensamiento, la inteligencia, etc., y una fisiológica en la que las células nerviosas sufren cambios en sus relaciones, composición, etc., como consecuencia del trabajo que desarrollan en sus relaciones recíprocas.

Cualquiera que sea el tipo de trabajo que se desempeñe, los órganos sólo pueden resistir el esfuerzo hasta determinado límite, compatible con el buen funcionamiento de sus tejidos y células. Cuando se pasa este límite aparece el fenómeno de la fatiga. La fatiga puede definirse como la disminución o pérdida de la excitabilidad celular a causa de exceso de excitación.

### **1.1.2 ACCIDENTES ELÉCTRICOS**

La mayoría de las gentes han recibido descargas eléctricas que no les han causado lesión alguna o que ni siquiera las han alarmado. Esto se debe a que la persona en cuestión estaba parada sobre pisos no conductores como los de madera.

Después de una experiencia semejante, posiblemente el individuo se vuelve más cauto, pero también es más frecuente que piense que el choque eléctrico no es asunto de gravedad o que al menos es capaz de resistirlo.

Aunque anualmente el número de accidentes eléctricos sea muy bajo, debemos dedicarle toda nuestra atención para que ese índice de frecuencia permanezca en ese límite inferior.

Se considera que el 33% de estos accidentes son causados por aparatos portátiles, tales como lámparas y herramientas manuales, calentadores y planchas, y los cables flexibles utilizados para hacer derivaciones de la línea principal.

La gravedad del accidente aumenta por la forma y condiciones del aparato en cuestión. Por ejemplo, si una persona parada en un piso semiconductor toca un cable al descubierto con la punta de un dedo, la reacción natural e involuntaria es retirar la mano por el dolorcillo provocado por la descarga eléctrica.

En este caso, tanto el tiempo como el área de contacto, son breves y por lo tanto, el choque raras veces es serio, aunque han ocurrido casos mortales. Pero cuando una persona detiene con ambas manos la cubierta metálica de una herramienta eléctrica cualquiera, en el momento que por alguna circunstancia la corriente deriva a tierra a través de su cuerpo, la reacción muscular es la contracción, por lo que el individuo se queda literalmente pegado a la herramienta. En este caso, tanto el área de contacto como la duración del choque recibido, es mucho mayor que el contacto con la punta del dedo, y si el individuo no es liberado a tiempo, puede entrar en inconsciencia y morir.

La protección más sencilla que se les debe dar a estos implementos, es llevando a tierra las cubiertas o partes metálicas de la herramienta en cuestión. Esto tiene por objeto que en el caso de que haya un defecto de aislamiento del sistema eléctrico, la corriente escape por el cable a tierra impidiendo que en las partes metálicas se acumule un voltaje peligroso.

Si todas las herramientas portátiles eléctricas hicieran tierra debidamente, no ocurriría ese 33% anual de accidentes eléctricos.

Es necesario, además, revisar constantemente los cables que derivan a tierra, cuidando que estén siempre en buenas condiciones. Si sucede un accidente en una herramienta que no tiene cable a tierra, nadie debe extrañarse, pero no son raros los accidentes provocados por herramientas que se supone bien protegidas por tener derivación a tierra. La única protección contra esto es una inspección concienzuda hecha a intervalos regulares. Sistemáticamente esto se hace en las empresas grandes, pero lo descuidan en las pequeñas y en talleres donde estas herramientas se utilizan en forma ocasional, por ello es que los accidentes ocurren con más frecuencias entre los usuarios en pequeño.

La falta de educación higiénica de los trabajadores es una causa coadyuvante más frecuente de los riesgos, justo es agregar que también los empresarios carecen de esta educación, hecho comprobable porque muchos locales de trabajo necesitan llenar requisitos de higiene y seguridad que se concretan a las condiciones intrínsecas del edificio; a las condiciones de seguridad en las máquinas, accesorios, herramientas u otros objetos que usen los trabajadores en el desempeño de su labor.

### **I.1.3 MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CENTROS INDUSTRIALES**

En la construcción de una fábrica debe tomarse en cuenta la naturaleza del trabajo que se desarrollará, para escoger dentro de los sistemas generales establecidos, sus materiales de edificación. A continuación se presentan los sistemas de seguridad y materiales de seguridad y de estética de toda construcción que actualmente se usan con mayor frecuencia:

#### **I. Cimentaciones superficiales.**

Pueden ser de piedra, concreto simple, concreto armado, concreto precolado, acero, etc.

#### **II. Cimentaciones profundas.**

En este caso son por sustitución, flotación y por pilotes que pueden ser de madera o de concreto.

#### **III. Diseño sísmico.**

En las zonas telúricas, como acontece en el Distrito Federal, Guerrero y Oaxaca, etc., se necesita del empleo de diseños sísmicos para la cimentación y estructuras en general, a fin de garantizar las construcciones contra temblores y terremotos.

#### **IV. Estructuras.**

Se refieren a entepiso reticular celulado, concreto ligero, estereoestructuras, losas levantadas, estructuras metálicas, de madera, etc.

#### **V. Muros de carga.**

Como material se usa: piedra, bloques de tepetate, adobe, tabiques que pueden ser perforados, compactos o huecos; concreto, metálicos, ladrillos a base de cal o yeso; tabique ligero, barro común o comprimido, bloques de cemento, bloques tipo pirámide, etc.

#### **VI. Muros divisorios.**

Su fabricación es a base de metales ligeros, madera, vidrio, fibracel, celotex, tabique ligero, plástico, etc.

#### **VII. Recubrimiento de muros.**

Se usa cemento, azulejo, mármol, mosaico italiano, muralita, multileta, vitrosita, mayolita, piedra artificial, triplay, permplay, fibracel, perfosel, fibracel acústico, flexowood, kalistron, plastecal, permalyte, formica, mosaico, granito, etc.

#### **VIII. Pavimentos o pisos.**

Se instalan a base de cemento, mosaico de cemento, keralita, materiales acidorresistentes, terrazo, masterplate, madera, losetas que pueden ser de barro comprimido, asfáltica, de hule, vinílica, linóleo, etc.

#### **IX. Plafones.**

Como material se usa metal desplegado cubierto con yeso, rejilla para plafones Plasmex, bloques translux; y como material contra ruidos el acoustifibre, el travacoustic, el econocuistic, todos por su poder absorbente de ondas.

#### X. Aislamientos.

Para ductos, aerolag, spintex, rockeak, zerolite, P.V.C., etc.

En las fábricas de tipo molesto, principalmente aquellas donde se producen grandes ruidos, deberán usarse los materiales adecuados para evitar la percusión. Deberán revestirse paredes, techos y puertas de los locales donde se produzcan, procurando que las puertas y ventanas permanezcan cerradas, las primeras, por medio de sistemas automáticos que eviten dejar escapar los ruidos que se producen. Se procurará también que los sistemas de transmisión no se apoyen directamente en las paredes de locales vecinos para evitar la trepidación natural. Además, toda la maquinaria y sus sistemas de transmisión deberán estar perfectamente ajustados y lubricados. Por lo que respecta a los trabajadores, cuando las trepidaciones sean demasiado fuertes, deberán usar amortiguadores contra el ruido que por regla general son protectores auriculares que se colocan sobre los pabellones, a fin de disminuir su intensidad.

Las paredes de los locales donde haya humedad estarán revestidas a una altura de dos metros con material impermeable que permita su aseó a base de agua a presión. El revestimiento puede ser de granito artificial, mosaico, cemento, etc., además será obligatorio usar desinfectantes químicos bajo forma líquida o gaseosa para fumigar los salones de trabajo, y en el cual las materias primas puedan ser vehículos de infecciones para los trabajadores. Las soluciones de naftalina, hipoclorito, yodo, benzalconio, como de amonio y de formol dan buenos resultados. Por su parte, los trabajadores estarán obligados a usar equipo de seguridad personal que evite el contacto directo con las materias primas que manejan o la aspiración de los gases que se forman.

### **1.1.4 PISOS, TECHOS, PAREDES Y PUERTAS**

#### **PISOS**

Los pisos de una fábrica varían según la actividad que se vaya a desarrollar. En las fábricas donde se empleen sustancias que exijan lavado periódico de pisos (lavanderías, carnicerías, conservas alimenticias, etc.), éstos deberán de ser de cemento corrugado a fin de permitir su aseó diario y de

evitar que los trabajadores sufran caídas con la humedad existente. El piso de madera deberá emplearse siempre y cuando se permita un aseo completo (oficinas, laboratorios, salones de costura, etc.). El uso de tapetes de hule o fibra quedará prohibido para locales de fabricación limitándose exclusivamente para oficinas, comercios o pasillos. El piso de cemento liso es recomendable en salones donde exista maquinaria cuya fijación al suelo es indispensable, porque la solidez del cemento mejora la estabilidad. En este caso los trabajadores usarán rejillas para permanecer de pie, frente a las máquinas.

En todo piso, el espacio libre por persona será de dos metros cuadrados de superficie, como mínimo, atendiendo desde luego a las maniobras de revisado, engrasado o reparación de maquinaria, para aumentarlo.

## **TECHOS**

Los techos deberán ser lisos para facilitar su aseo. El techo de concreto es recomendable para oficinas, comercios, despachos y pasillos o talleres donde no se produzcan vapores, gases o humos, salvo que se instale acondicionamiento de ventilación.

El uso de cielo raso, que en otras épocas tuvo mucha aceptación, actualmente se encuentra proscrito; pero en su lugar se pueden construir falsos plafones que evitan percusiones sonoras, sirven de aislantes térmicos y favorecen la instalación de toda clase de tuberías ocultas.

Los techos que deben emplearse se agrupan así:

- A) Techo de dos aguas que tienen forma angular.
- B) Techos en forma de sierra que semejan esquemáticamente los dientes de una sierra.
- C) Techos en forma de grecas.
- D) techos ligeros, tipo cascarón y estereoestructuras.

Todos los techos deben favorecer la iluminación y ventilación por medio de domos de material translúcido que faciliten la entrada de la luz solar. La condición primordial de todo techo es que debe ser impermeable, poseer declive para el escurrimiento del agua de lluvias y ser mal conductor del calor y de la electricidad; teniendo también la solidez suficiente para soportar cargas muertas y vivas almacenamiento de trebejos, nieve en abundancia, personal encargado de limpieza y cómodo.

## **LAS PAREDES**

Las paredes de todo centro industrial deben ser lisas, pintadas con colores de tonos bajos (beige, crema o Verde) que permitan la difusión de la luz. Estos colores no deberán ser brillantes, sino opacos para evitar reflejos luminosos sobre los campos de trabajo. Cuando la naturaleza de las labores lo exija, las paredes deberán impermeabilizarse o recubrirse.

También se construyen paredes con bloques de cristal que permiten las siguientes ventajas:

- A) Iluminación natural la mayor parte del día.
- B) Facilidad de limpieza, pues el polvo y suciedad se eliminan como si se tratase de vidrios de ventanas.
- C) Disminución de peso en el edificio.
- D) Aislantes térmicos.
- E) Mayor estética en las construcciones.

Actualmente se instalan muros divisorios, no de carga, a base de materiales sintéticos.

## **PUERTAS**

Las puertas de todo edificio deben ser suficientemente amplias para permitir la entrada de aire libre, la entrada y salida de trabajadores, materias primas, insumos y artículos elaborados.

Cuando las condiciones lo permitan deberán establecerse puertas exclusivas para la entrada de personas, independientemente de las puertas que sirvan para el acceso de vehículos que lleven materias primas o distribuyan productos elaborados.

Las puertas de una fábrica estarán hechas de materiales distintos, según las necesidades del trabajo. El material que más se usa para los interiores es la madera, pudiéndose emplear secundariamente el metal, el cristal, el vidrio o la duralita. El material que más se usa en las puertas exteriores es generalmente el hierro y acero.

El tamaño de las puertas deberá estar en relación con la superficie de los departamentos, a mayor superficie, mayor amplitud, sobre todo cuando exista peligro de siniestros. La distancia entre el fondo del local a la puerta de escape más cercana deberá estar aun máximo de 25 m cuando se trate de fábricas de alta peligrosidad; y de 35 a 60 m en los casos de mediana o mínima peligrosidad. Toda puerta de acceso deberá tener un dintel cuya altura sea mayor de 2 m y su anchura de 1.20 m por cada 20 m cuadrados de piso.

Las puertas deben ser de una o de dos hojas, prefiriéndose las de una sola hoja con juego hacia el exterior para que en caso de siniestro el personal pueda abandonar rápidamente el local sin grandes dificultades. Pueden ser de juego libre, es decir, abrirse o cerrarse indistintamente hacia dentro o hacia afuera, condición aceptable desde el punto de vista de la seguridad.

## **1.1.5 ESCALERAS Y PASILLOS**

### **ESCALERAS**

Las escaleras de todo edificio deberán ser construidas de mampostería, concreto o metal, provistas de pasamanos y con una inclinación de 30 a 45 grados como máximo, procurando que el peralte y la huella estén en relación de dos a tres, estableciéndose para la huella 0.28 m como mínimo y para el peralte de 0.18 m como máximo.

Cada 10 escalones deberá existir un descanso con un espacio equivalente a 3 pasos normales (de 0.90 a 1.20 m) como mínimo.

La anchura de las escaleras se establece en relación con el área de la planta. En términos generales se tienen señaladas estas áreas:

De 700 m<sup>2</sup> se requieren escaleras de 1.20 m

De 700 a 1 050 m<sup>2</sup> se requieren de 1.80 m

De 1 050 a 1 400 m<sup>2</sup> se requieren de 2.40 m

Toda escalera deberá tener pasamanos a una altura de 0.90 m con superficie antirresbalante en la huella.

### **PASILLOS**

Los pasillos son una necesidad en las fábricas. Son sitios de tránsito por los que circulan trabajadores y materias primas. Su anchura no será menor de 2 m; en algunos pasillos pueden establecerse ferrocarriles por donde se deslizan vagones transportando materias primas, insumos o productos.

En el caso de que los pasillos sólo sirvan para sitios de tránsito de personas, su anchura no será menor de 1.50 m. En el caso de existir ferrocarril, su anchura permitirá el cupo de carros más 50 centímetros de carril para tránsito humano, de cada lado.

## **1.1.6 VENTILACIÓN**

### **Viciación del aire**

El conocimiento de viciación del aire es indispensable dentro de la higiene y seguridad Industrial. Llamamos viciación del aire a la presencia conjunta de elementos extraños dentro de la atmósfera, los cuales pueden ser de distinto tipo llámese gaseosos, naturales. Existen distintos elementos que pueden llegar a viciar la atmósfera de cualquier centro de trabajo, mencionaremos los siguientes:



1.- Viciación del aire por uno mismo, ya que nosotros producimos y desprendemos calor, vapor de agua y gases a través del aparato digestivo, respiratorio y la piel. La función respiratoria por sí sola modifica la composición química del aire y se apodera del oxígeno devolviendo en cambio anhídrido carbónico, siendo mayor su cantidad cuando los esfuerzos que se efectúan son mayores.

2.- Otro elemento de viciación está representado por los focos de combustión que se utilizan en los centros de trabajo (herrerías, fundiciones, panaderías). Ya que de una u otra manera de utilizar combustibles orgánicos de origen animal o vegetal, los combustibles vician la atmósfera tanto por el calor que se desprende como por los gases o vapores que se llegan a formar, poniendo en peligro la vida de todo aquel que se encuentre cerca.

3.- Otro elemento será el aumento de vapor de agua y el aumento de temperatura concomitante ya que en el caso de los departamentos de acabado de telas de la industria textil, donde en grandes tinas se hace llegar agua caliente o vapor de agua para el teñido y estampado de telas, aumenta la densidad de las capas atmosféricas y cuando los sistemas de aspiración de vapor de agua no están funcionando correctamente, la atmósfera confinada de estos departamentos se vicia, siendo la causa de algún posible riesgo.

4.- Otro más está representado por los gases que se desprenden en la transformación de algunas materias químicas o en las fábricas de productos ácidos anilinas o aquellas donde se requiere la presencia de sales químicas. 5.- Otro factor de gran importancia en la viciación atmosférica de los centros de trabajo es la proyección de polvo ya que es uno de los problemas más existentes de la higiene industrial. 6.- La fuga de gas combustible será otro elemento viciador atmosférico pudiendo llegar a provocar en muchos casos intoxicaciones, pero siendo su riesgo más severo el poder llegar a causar una explosión de grandes consecuencias.

La ventilación tiene por objeto cambiar la cantidad de aire viciado de un local, por aire purificado. La renovación del aire puede hacerse en las siguientes formas:

- A) Hacer llegar corriente de aire libre, en forma directa al través de puertas, ventanas, ventilas, etc.
- B) Hacer llegar corriente de aire previamente purificado, humidificado, calentado o enfriado, según las necesidades.
- C) Modificar la composición del aire viciado, quitándole sustancias nocivas o devolviéndole elementos naturales que ha perdido.

Estas diferentes modalidades se agrupan en dos: ventilación natural que comprende la primera y ventilación artificial que comprende las dos últimas.

**VENTILACIÓN NATURAL.** La ventilación natural se hace utilizando puertas, ventanas o ventilas instaladas en un local. Hasta cierto punto, se efectúan también al través de los materiales que se emplean en los edificios, puesto que una impermeabilidad absoluta no existe en las construcciones industriales.

La ventilación natural es la más usual, la más extendida, la más económica. En algunos casos, puede exponer a corrientes de aire que perjudican la labor o la salud de los trabajadores (cardado de algodón, industria del vidrio, etc.); pero entonces se hace llegar aire en forma indirecta o se reducen las horas de trabajo. Al través de las ventanas no sólo penetra aire sino que también radiaciones luminosas que proporcionan luz y calor. En la actualidad, la Secretaría de Salubridad y Asistencia, por medio de la Oficina de Ingeniería Sanitaria, aprueba planos de construcción cuando los requisitos higiénicos están establecidos principalmente al que se refiere a la adaptación por lo menos de una ventana para cada pieza o local, cuya relación con el área del piso debe ser de 1 a 3.

En otras ocasiones, se pueden usar paredes laterales con perforaciones cónicas de vértice externo, a fin de evitar las mismas corrientes perjudiciales.

Un dispositivo de cristales especiales en las ventanas puede favorecer la ventilación natural. Este dispositivo consta de dos vidrios, invertidos en su inserción; es decir, uno fijo por su extremidad superior y el otro fijo por su extremidad inferior, dejando entre ellos un espacio de 5 centímetros.

También se pueden instalar dispositivos fijos de metal o plástico colocados en forma de teja con espacios libres de 5 cm., lo que permite ventilación libre con entrada de luz pero sin que se pueda observar el interior ni el exterior.

**VENTILACIÓN ARTIFICIAL.** Se obtiene haciendo llegar corriente de aire, por medio de aparatos o dispositivos que se resumen en la siguiente forma:

- A) Aparatos o sistemas que hacen llegar aire no preparado.
- B) Aparatos o sistemas que hacen llegar aire preparado.

Entre los primeros tenemos los ventiladores que pueden ser de dos clases, ventiladores de aspas y ventiladores helicoidales.

Los ventiladores de aspás no hacen renovación de aire viciado por aire libre. Lo único que hacen es variar las distintas capas que se forman en una atmósfera confinada sin que se obtenga el fin deseado.

Los ventiladores helicoidales o centrifugas, llamados también extractores de aire constan de aspas insertadas en un eje, favorecen el desplazamiento del aire en determinado sentido. Cuando están instalados en paredes de locales sobrecalentados, su funcionamiento permite la eliminación gradual del aire saturado de gases o vapores que se hayan desprendido y sobrecalentado. En el caso de la industria donde es urgente la eliminación de gases o vapores o aire sobrecalentado, también se puede emplear el sistema de campanas aspiradoras, que cuando están bien instaladas, evitan la saturación de la atmósfera confinada de los centros de trabajo. Por lo que se refiere a la eliminación de polvos existen los colectores de bolsa o manga.

### **Sistemas de acondicionamiento de aire**

Los aparatos que hacen llegar aire preparado, son los sistemas de acondicionamiento de aire. Los cuales han adquirido en nuestra época gran auge, ya que son usados en salones destinados a grandes aglomeraciones humanas como son teatros, templos, frontones, hospitales, hoteles así como auditorios. Dicho acondicionamiento de aire consiste en un sistema de canales múltiples instalados siguiendo la dirección de las piezas, vestíbulos, corredores y pasillos de todo un edificio, desembocando en todos los departamentos. De una centrifuga colocada en el exterior salen ramificados todos estos canales. El aire llega a todas las piezas, a todos los pasillos o salones por medio de las bocas colocadas en la parte superior de las paredes de las mismas. El aire llega calentado o enfriado, según las necesidades, haciéndolo pasar previamente por depósitos refrigeración o de calentamiento provistos de filtros contra polvos.

El aire viciado sale por canales cuyas bocas se encuentran diametralmente opuestas en los pasillos, piezas o salones de las anteriormente especificadas, y los canales siguen exactamente la misma dirección para venir a desembocar a sitios alejados de los que sirven para alimentar a la centrifuga primaria. La instalación o funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado debe de ser regulado de acuerdo con el género de trabajo, número de máquinas y trabajadores, vapores y gases que se desprenden, clima predominante de la región. En términos generales puede decirse que la existencia de atmósfera libre en los centros de trabajo debe corresponder a las tasas medias siguientes, 10 metros cúbicos de aire libre por persona, 2 metros cuadrados de superficie por persona. Para obtener estas cifras se ha establecido que todo local de trabajo debe tener un mínimo de 2.5 metros de altura en casos excepcionales y de 3 metros, para la generalidad, como altura mínima entre el techo y el piso.

### **I.1.7 CALEFACCIÓN**

El término de calefacción abarca todos los fenómenos de alza y baja de la temperatura en los centros de trabajo. La temperatura de un local está regida por los siguientes factores:

- A) Combustiones propias de los trabajadores.
- B) Existencia de focos de combustión como son hornos, hogares.
- C) Desprendimiento de calor de los focos de iluminación.
- D) Desprendimiento de calor de la maquinaria en movimiento.
- E) Variaciones de la temperatura del medio externo.

A) El factor representado por el organismo humano, varía considerablemente de acuerdo con la clase de trabajo que se desarrolla. La temperatura normal del hombre adulto varía entre 36 y 37 grados centígrados.

El trabajo sedentario no requiere el consumo exagerado de calorías, pudiéndose comparar al consumo que el individuo efectúa en reposo (1500 calorías en 24 horas). En cambio, los trabajos que requieren esfuerzo muscular considerable necesitan muchas veces el doble o el triple de calorías. Es conocido el hecho también que la aglomeración humana aumenta la temperatura de un local precisamente por el calor que todos los organismos desprenden, por irradiación, así como gases del aparato digestivo que se expelen a la temperatura del cuerpo y vaporización del sudor.

B) En industrias donde se requiere calor a altas temperaturas, cuando no existen dispositivos suficientemente adaptados, éste se extiende por todo el local de trabajo, disminuyendo las condiciones de higiene y seguridad. Tal sucede en los departamentos de calderas de muchas fábricas; en los talleres de fundición y de laminación; en los departamentos de insuflación del vidrio, en las panaderías, en los talleres de estampados textiles.

C) La presencia de focos de iluminación artificial aumenta también la temperatura de los locales. La temperatura será más elevada a mayor número de focos de iluminación, sobre todo cuando no se emplea la luz eléctrica. A este respecto la luz fluorescente se caracteriza porque a una radiación luminosa semejante a la luz solar, evita sobrecalentamiento de los locales. Cuando se usa petróleo, gasolina o parafina para medios de iluminación no sólo el aspecto de luminosidad es deficiente, sino que los gases que se producen y la energía calorífica que se desprende, vician la atmósfera.

D) El desprendimiento de calor de las máquinas en movimiento, también se suma a los otros factores, sobre todo cuando hay deficiencias en la renovación de la atmósfera sobrecalentada; este fenómeno se puede observar en los departamentos de tróviles de la industria textil; en los talleres de troquelados metálicos.

E) Las variaciones de la temperatura del medio externo dependen del factor climatológico predominante y que varía esencialmente con las distintas estaciones del año, a más de factores sobreagregados, que podemos señalar, como la presencia o ausencia de humedad, nortes, ciclones, nevadas.

Podemos decir que el organismo humano se caracteriza por su cosmopolitismo, previa adaptación. La ley biológica que establece que todo organismo que no se adapta al medio peca, se cumple en toda su magnitud en el aspecto de la adaptación orgánica las condiciones de temperaturas extremas. Sin embargo, cuando esta adaptación no llega y los cambios de temperatura se han presentado en forma súbita, pueden aparecer trastornos, en algunos casos de tipo profesional.

Nuestro estudio comprende los trastornos causados por altas temperaturas ya sea en medio seco o en medio húmedo y los trastornos causados por bajas temperaturas, ya sea en medio seco o húmedo.

La acción del calor seco se traduce inmediatamente en un aumento de la función respiratoria, cardiorenal y del sistema termorregulador que trata por medio de la sudación, de conservar al organismo en un estado de equilibrio con el calor intenso. Cuando la temperatura es muy alta, se presentan los fenómenos de sobrecaentamiento en la misma forma que los producidos por el sol en una exposición permanente a los rayos solares; es decir, aparece el mismo cuadro de insolación que se caracteriza por epistaxis, cefalalgia, lipotimias, sed intensa por deshidratación. Los trastornos enumerados corresponden a la acción súbita e inmediata del calor seco. Cuando el trabajador se ha adaptado al género de trabajo en medio caluroso, de acuerdo con su propia condición y los múltiples factores que controlan la aparición de los riesgos profesionales, pueden aparecer trastornos tardíos que se traducen en taquicardia, aumento de la tensión arterial, resequedad precoz de la piel y estado de agotamiento físico característico de la vejez prematura, explicable por las combustiones exageradas que utilizan las reservas del organismo; enfermedad profesional que depende del género de alimentación, sobre todo cuando es de mala calidad, producto más de la ignorancia que de salarios bajos y las intoxicaciones provocadas principalmente por bebidas alcoholizadas, exageran la vejez precoz en este tipo de trabajadores. Tal sucede entre los laminadores, fundidores, fogoneros y maquinistas. Disfrutan de buenos salarios pero acortan la vida.

La acción del calor húmedo, caracterizada porque al mismo coexisten alta temperatura y saturación de vapor de agua, provoca trastornos inmediatos parecidos a los mismos del calor seco, aunque en menor escala, lo que quiere decir que el organismo humano tolera mejor el calor húmedo que el calor seco.

El frío seco también provoca trastornos inmediatos caracterizados por descamación de la piel, formación de grietas y flictenas cuya profundidad es variable. El principal trastorno de la acción súbita de bajas temperaturas es la congelación que consiste en disminución progresiva de la sangre en territorios poco irrigados por fenómenos de vasoconstrucción periférica, a cuyo nivel se producen isquemias locales que provocan la mutilación de los órganos (dedos, pabellones auriculares, nariz). Cuando el congelamiento se extiende a todo el cuerpo, la muerte es la consecuencia obligada.

La acción del frío húmedo se manifiesta en forma similar con la adición de trastornos sobre órganos de la respiración, dando origen a neumonías infecciosas cuya causa directa no radica precisamente en el enfriamiento, sino que éste ha favorecido la virulencia de gérmenes sapróticos habituales del aparato respiratorio, por, posible disminución de la resistencia orgánica.

Temperatura óptima en el trabajo; El exceso o defecto de calor en los centros de trabajo, originan enfermedades profesionales; luego debe existir un término mínimo, máximo y óptimo compatible con la vida y con el trabajo. De los estudios practicados se establecen en la siguiente forma:

Trabajo	Temperatura		
	Mínima	Optima	Máxima
Enteramente sedentario-----	15	18	20 grados C
Sedentario con esfuerzo medio-----	13	16	18 grados C
Energía muscular-----	10	12	15 grados C
Almacén de venta de artículos-----	16	17	18 grados C
Oficinas-----	17	18	20 grados C

Dentro de estos límites se consigue que el organismo humano sufra el mínimo de consecuencias.

Para determinar la temperatura de un local, su ventilación, así como la cantidad de vapor de agua en el aire atmosférico, existe un aparato llamado catatermómetro que tiene como principio físico la elevación de la temperatura arriba de 80 grados centígrados de una columna de alcohol dentro de una escala termométrica que marca esta temperatura , y la de 35 grados centígrados. Expuesta en un local de trabajo, previamente calentada al baño maría arriba de 38 grados centígrados, la columna empieza a bajar a partir de esta cifra y se mide el tiempo que desciende a los 35 grados centígrados marcados. La cantidad de calor es la misma, pero el tiempo es variable. En temperaturas altas el descenso es lento, en temperaturas bajas el descenso es rápido.

Si la base de depósito de alcohol se rodea de una tela húmeda, entonces el catatermómetro se convierte en aparato para determinar la húmeda; la que se determinará indirectamente, porque en medio húmedo la temperatura se conserva mejor y entonces la columna descenderá más lentamente. Este descenso será más despacio cuando mayor humedad haya, porque la tela humedecida previamente cederá muy lentamente su propia humedad al medio ambiente.

En términos generales, su inventor, Leonardo Hill, acepta como velocidades de enfriamiento de 45 a 60 segundos para el cata seco y de 150 a 180 segundos para el cata húmedo en atmósferas calientes y húmedas compatibles con el trabajo humano.

### 1.1.8 ILUMINACIÓN

Un requisito primordial para que el trabajador desarrolle al máximo sus actividades, es la posesión de órganos de la visión en buenas condiciones orgánico funcionales, coexistiendo deben privar buenas condiciones de iluminación.

Hoy día no sería posible la producción en serie si no se tuviesen medios de iluminación que prolonguen artificialmente las horas de luz solar, a fin de que las labores que se desarrollen no disminuyan, tanto en cantidad como en calidad. Si los medios de iluminación artificial son buenos, no dejan aun de ser perfectos.

Existen 2 tipos de iluminación:

- 1.- Iluminación natural.
- 2.- Iluminación artificial.

#### 1.- Iluminación natural

La luz natural, cuya fuente es el sol, está considerada como una de las formas de la energía. Cuando se hace pasar la luz natural a través del espectroscopio esta tiende a descomponerse en sus colores fundamentales que son, rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta. Ya que el ojo humano está hecho para ver mejor con luz natural, razón suficiente para considerar a la luz solar como el mejor sistema de iluminación. En otras ocasiones, la luz solar no es suficiente porque el trabajo requiere concentración intensa de rayos luminosos, tal sucede en la industria relojera, el grabado en todas sus formas, el dibujo, filmación de películas, programas de televisión, trabajos con microscopio. A veces, la iluminación solar debe concentrarse para obtener un buen resultado en la producción de heliografía.

Una buena iluminación protege, sobre todo, el sentido de la vista, es frecuente observar el uso de los anteojos para corregir defectos visuales se extiende cada día en mayor escala. Aparte de los factores congénitos hereditarios de las personas que lo usan, siempre hemos creído que el exceso o defecto de iluminación es capaz de provocar fatigas oculares.

En relación con la iluminación, el trabajo se ha dividido en diurno, mixto y nocturno, en todos los casos deberá preferirse el trabajo diurno y solamente cuando sea imprescindible, por razones económicas, la jornada podrá extenderse a la llamada mixta o nocturna.

Para poder determinar la cantidad de la luz que se necesita en el trabajo, se ha ideado la unidad de iluminación o sea el lux que es la cantidad de luz que se desprende de una bujía y que se refleja en una superficie blanca opaca, de un metro cuadrado de superficie colocada a un metro de distancia. El lux equivale a un veintavo de unidad de Violle, o sea la vigésima parte de la intensidad luminosa de 1 centímetro cuadrado de platino fundido. Existe ya un patrón reconocido que debe considerarse como el lux tipo y que sirve como unidad para la fabricación de los lumímetros, que son aparatos que sirven para medir la cantidad de luxes que existen en determinado lugar. El principio físico de los lumímetros esta basado en la acción de la luz sobre un sistema electromagnético, que hace variar una aguja dentro de un cuadrante que marca en unidades lux la

intensidad luminosa que exista. El lumímetro representa un aparato indispensable para el establecimiento de condiciones luminosas higiénicas aceptables en toda actividad humana.

La productividad requiere buena iluminación, de acuerdo con el trabajo que desarrolla, sin perder de vista la salud física del trabajador. Cualquiera que sea el sistema de iluminación que se adopte en el trabajo, prefiriendo el sistema de iluminación natural, debe llenarse los siguientes requisitos:

A.- Que los rayos luminosos no lleguen en forma directa ni en forma refleja a los órganos de la visión. Para cumplir con este requisito se deberá procurar que las superficies de incidencia luminosa sean opacas y si existen algunas brillantes, la incidencia de los rayos luminosos debe reflejarse en zonas fuera del campo de trabajo.

B.- La luz debe ser difusa. Por medio de la difusión se obtiene una iluminación uniforme. Para conseguir la difusión se pintaran paredes y marcos en colores de tonos bajos, como son el crema, el azul y el verde. Los colores fuertes y brillantes no proporcionan la condición deseada, los colores deben de ser opacos y de ninguna manera brillantes. El color blanco ayuda a la difusión de la luz y debe emplearse en sitios donde los rayos luminosos lleguen en forma escasa. La combinación de color blanco mate en los techos y tonos claros en las paredes dan buenos resultados. En las ventanas se usarán cristales opacos que además de difundir la luz, evitan distracciones en el trabajo. El área de las ventanas, debe ser en la proporción de 1 por 3 en relación con la superficie del piso. La altura de una ventana, a contar del suelo, debe ser 1.30 a 1.50 metros y la superficie opaca debe alcanzar hasta dos metros de altura, tomando como nivel el piso. Cuando faltan ventanas, entonces se usarán tragaluces hechos a base de cristal opaco, hoy en la actualidad se usan domos de acrílico.

C.- La iluminación debe ser uniforme en el campo del trabajo. Este es un requisito que de ninguna manera deberá faltar, porque muchos riesgos profesionales se deben precisamente a la falta de iluminación correcta. Para evitar la falta de uniformidad, se evitará la proyección de obras en el campo de trabajo. En términos generales con modificaciones en casos particulares, los focos luminosos deberán estar colocados hacia arriba, adelante y a la izquierda del trabajador.

D.- La iluminación será siempre en cantidad suficiente y necesaria. A este respecto, el trabajo humano representa multitud de tipos. Hay algunos que no requieren gran iluminación y otros, por el contrario, requieren un campo luminoso intenso. En algunas ocasiones la iluminación debe ser escasa, pues el exceso de luz daña el trabajo, como lo es el revelado de películas fotosensibles, radioscopias, proyección cinematográfica. Dentro de una fábrica, no todos los sitios necesitan la misma intensidad luminosa, pasillos, corredores, servicios sanitario, despachos, salas generales de trabajo, baños, comedores, necesitan distinta cantidad de luxes, de acuerdo con el género de actividades que se desarrollan. La sociedad Mexicana de ingeniería e iluminación A.C. ha publicado en su revista ingeniería de iluminación número 2, correspondiente a mayo y junio de 1967, los niveles de iluminación que se aprobaron en la escuela superior de ingeniería mecánica eléctrica, del



instituto politécnico nacional, con asistencia de técnicos en la materia, representantes de dependencias oficiales, instituciones y compañías interesadas en la iluminación. La lista de niveles de iluminación que fue aprobada abarca 702 sitios diferentes agrupados en la siguiente forma, 310 lugares de edificios industriales, 54 sitios de oficinas, escuelas y edificios públicos, 65 casos de iluminación para hospitales, 49 lugares de hoteles restaurantes, tiendas y residencias, 169 sitios para alumbrado exterior, 55 formas de iluminación en alumbrado para transportes, nos damos cuenta que la iluminación específica para los distintos sitios de trabajo es variable dentro de ciertos límites, la que ya se encuentra establecida en nuestro país. En la siguiente lista de referencia aparecen dos columnas del número de luxes necesario para los distintos lugares de trabajo, nos limitamos a ella seleccionando dentro de los 310 casos, los 36 siguientes:

Edificios industriales	Luxes
Fábrica de cajas de cartón	300
Fábrica de acumuladores	300
Fábrica de productos de arcilla y cementos	600
Fábrica de cerveza	300
Fábrica de dulces	600
Empacadora de carne	200
Encuadernación	400
Fábrica de conservas alimenticias	600
industrias de estructuras de acero	300
Talleres de forjado	300
Granjas, establos y gallineros	100
Fábrica de hielo	100
Fundiciones	200
Talleres de galvanoplastia	200
Productos de hule	200
Productos lácteos	200
Laminación de fierro y acero	300
Fabricación de llantas de hule	300
Molinos de harina	600
Industria del pan	200
Fabricación de papel	900
Tenerías	600
Fabricación de pinturas	200

Talleres para pinturas	600
Fábrica de sombreros	600
Soldadura	300
Industrias del tabaco	200
Talleres mecánicos	300
Trabajo mediano	600
Trabajo fino	3000
Trabajo extrafino	6000
Fábricas textiles	200
Tapicería de automóviles	600
Telares	600
Trabajos con el vidrio	600
Fábrica de zapatos	1100

Los dispositivos que hacen llegar la luz natural a los centros de trabajo son: las ventanas, puertas, domos, o paredes de cristal; también debe considerarse la existencia o no de edificios colindantes.

Las ventanas han sido expuestas a propósito de la ventilación y cubicación del aire; insistimos únicamente en la relación de tamaño de 1 a 3 con la superficie del piso.

Las puertas, su tamaño y colocación en los distintos salones.

Las claraboyas y tragaluces así como las linternillas ya no se instalan. Ahora se emplean domos de plástico que pueden colocarse en los techos provistos de ventilación natural o sin ella, permitiendo desde luego el paso de la luz del exterior.

Las paredes a base de cristal son medios de iluminación que deben usarse principalmente en interiores de edificios, a fin de lograr el máximo de iluminación natural. Están construidas a base de blocks de cristal de un espesor de 0.20 metros y sólidamente amalgamados entre sí. En los grandes centros industriales donde existe fiebre de construcción de edificios elevados, el problema de la proyección a los edificios contiguos puede resolverse, en gran parte, usando paredes y pisos a base de blocks de cristal.

Con referencia a la cercanía de edificios colindantes es preciso recordar que la orientación de los edificios contribuye para su calentamiento y para su iluminación.

## 2.- Iluminación artificial

La iluminación artificial es la proporcionada por focos luminosos de manufactura industrial. A medida que aumente la perfección en la técnica del trabajo y sean mayores las relaciones

económicas, industriales y sociales del hombre, es necesario extender las jornadas de trabajo hasta alcanzar las veinticuatro horas del día. Para conseguir esto, es indispensable perfeccionar los sistemas de iluminación artificial. Antes del descubrimiento de Tomas Alba Edison, la iluminación artificial era detestable y de ninguna manera podría ser recomendada para el trabajo. Muchos siglos la humanidad vivió a oscuras, desde el punto de vista que nos ocupa. El ocote, los aceites minerales, animales y vegetales, el sebo, la parafina, la gasolina, el petróleo y el gas del alumbrado son medios de iluminación artificial enumerados en aparición cronológica, que ha empleado la humanidad en distintas épocas de civilización. En nuestros días, de ninguna manera pueden emplearse o, mejor dicho, recomendarse estos sistemas de iluminación artificial para el trabajo nocturno o mixto. Aparte de que producen sobrecalentamiento en la atmósfera de los locales, desprenden gases que como productos de combustión incompleta vician la atmósfera.

El color y el ambiente; Relacionado con la iluminación insertamos a continuación el resumen de la conferencia sustentada en el congreso de seguridad celebrado en México, D. F. hace algún tiempo, patrocinado por la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A. C.

El resumen es el siguiente:

I; El color forma parte de la vida. Sin la gama de sus tonalidades nuestro planeta sería triste como la superficie de nuestra luna.

II; El color ayuda a diferenciar las cosas, a conocer su morfología, su estructura, sus detalles, permitiéndonos captar un concepto más racional del ambiente donde vivimos.

III; También sirve para mimetizar a los organismos en su habitat.

IV; El ojo humano percibe los colores al través de los bastoncillos de la retina que, de acuerdo con la teoría de Young Helmutz, son específicos para los colores fundamentales.

V; El espectro solar está compuesto por radiaciones luminosas y que comprenden el rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta. Antes del rojo los infrarrojos, después del violeta los ultravioletas.

VI; La luz solar es absorbida al proyectarse sobre los objetos, reflejando sólo el color que los identifica.

VII; Para poder ver los objetos en su verdadero color, deben ser vistos con la luz solar.

VIII; Los colores complementarios son aquellos cuya combinación dan el color blanco: verde y magenta; rojo y cian; azul y amarillo.

IX; El daltonismo es padecimiento congénito que evita la percepción clara y definida de los colores. El rojo se confunde con el verde, el azul con el amarillo. No hay curación para esta anomalía.

X; Los colores producen sensaciones psicológicas que sirven de base para la selección de su uso.

XI; La psicología personal obliga el uso preferido de determinados colores. Puede decirse: Dime los colores que prefieres y te diré cómo eres.

**XII: Los colores influyen el estado de animo**

El rojo, el anaranjado, el amarillo son excitantes.

El rosa, el fresa y el durazno son oréxicos.

El verde y el azul son sedantes.

El violeta y el gris son deprimentes.

El negro da sensación de pesar.

**XIII: Los colores proporcionan sensaciones térmicas variables: El rojo, anaranjado y amarillo dan sensación de calor.**

El verde y el azul dan sensación de frío.

El blanco mate difunde la luz.

El negro absorbe la luz.

**XIV: El ambiente está formado por factores físicos, químicos y biológicos que influyen en la actividad humana, en todas sus formas.**

**XV: Factores físicos, químicos y biológicos.**

Factores físicos: temperatura, humedad, iluminación, presión atmosférica, presencia de polvos, ruidos, calor, electricidad y trepidaciones.

Factores químicos: materias primas, insumos, sales, gases, vapores.

Factores biológicos; fauna, flora, el hombre.

**XVI: El ambiente debe ser apropiado para el trabajo; el ser humano en base a su constitución orgánico- funcional, psicológica y su preparación, actuará de acuerdo con la adaptación al ambiente.**

**XVII: Todos los centros de actividad ocupacional deben ser sitios de optimismo, de bienestar y de estímulo para el trabajo.**

**XVIII: El color del ambiente ayuda en buena parte al desarrollo del trabajo del hombre, considerando en su triple aspecto: físico, psicológico y social.**

**XIX: La medicina ocupacional y la ergología fijan las normas sobre el empleo de los colores para mejorar la producción y mantener sano al hombre. Así ha surgido el Código Internacional de Colores.**

He aquí estas normas susceptibles de modificación pero siempre de aplicación:

**XX: CÓDIGO INTERNACIONAL DE COLORES**

**TECHOS: Blanco- Gris- Mate**

**PAREDES: Azul- Cian- Verde- Rosa- Beige**

**VENTANAS: Marcos de aluminio: Blanco- Gris**

**PISOS: Gris claro con franjas amarillas limitando pasillos, áreas de trabajo o almacenamiento.**

**ESCALERAS:**

Huella gris con franja antiderrapante

Peraltes en contraste

**XXI; SEÑALES DE TRANSITO:**

En paredes flechas rojas

En pisos flechas amarillas

**XXII; MAQUINARIA:** Verde olivo

**SISTEMAS EN MOVIMIENTO:** Amarillo

**CUBIERTAS:** Desmontables para revisión, limpieza y lubricación, anaranjado

**AVISOS LUMINOSOS:** Focos rojos y Verdes

**XXIII; EQUIPO CONTRA INCENDIO:** Rojo

**EQUIPO DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS:** Verde

**XXIV; CONDUCTORES DE FLUIDOS**

**AGUA:** Verde Claro

**AIRE COMPRIMIDO:** Cian

**GASES:** Amarillo claro

**PETRÓLEO:** Negro

**ACEITES:** Sepia

**VACÍO:** Gris oscuro

**XXV; CONDUCTORES DE GASES:**

**ARGÓN:** Naranja

**HIDROGENO:** Rojo

**ACETILENO:** Marrón Claro

**AMONIACO:** Gris Claro

**NITRÓGENO:** Verde Oscuro

**ANHÍDRIDO CARBÓNICO:** Amarillo

**XXVI; COLORES DE SEGURIDAD**

**PELIGRO:** Rojo

**PREVENCIÓN:** Amarillo-Naranja

**AUSENCIA DE PELIGRO**

**XXVII; COLORES DE CONTRASTE:**

NEGRO ----- AMARILLO

NEGRO ----- BLANCO

ROJO ----- BLANCO

AZUL ----- BLANCO

VERDE ----- ROJO

### XXVIII; Conclusiones:

- 1; El color forma parte de la vida y la hace mas amable.
- 2; El color influye psicológicamente en el hombre y el hombre escoge los colores de acuerdo con su psicología
- 3; El trabajo debe ser fuente de sanía en camino hacia la salud y mejor sistema de productividad.
- 4; Para ello el ambiente debe estar en condiciones óptimas de bienestar.
- 5; El color del ambiente ayuda poderosamente a este bienestar.

Medidas para evitar trastornos por iluminación defectuosa: Las medidas de protección contra defectos o excesos de iluminación se agrupan en medidas individuales y colectivas.

Individualmente el trabajador debe procurar conservar y mejorar, de ser posible, su agudeza visual. La mejoría se puede lograr sólo con cristales graduados. El exceso de iluminación puede provocar trastornos visuales transitorios o permanentes. Una ráfaga de luz bruscamente proyectada sobre los ojos provoca el deslumbramiento caracterizado por ceguera súbita cuyo limite normales de 15 segundos. Más allá de este tiempo, el deslumbramiento es patológico, debido principalmente a la falta de vitamina A, o posibles lesiones de la retina.

Cuando la ráfaga luminosa persiste durante mucho tiempo, el deslumbramiento puede también persistir durante muchos días, como en el caso de los automovilistas y de los alpinistas que reciben ráfagas de luz muy intensa. Entonces deberán usarse anteojos neutros ahumados, todo el tiempo de exposición. En el trabajo fabril es muy frecuente su uso para distintos trabajos, soldadura autógena o eléctrica que desprenden radiaciones luminosas intensas; en tesis general, nunca deberá usarse la soldadura sin el uso sistemático de anteojos con cristales ahumados que protejan contra radiaciones.

El sistema de iluminación artificial debe ser a base de corriente eléctrica como base fundamental. Las características de difusión, uniformidad y cantidad suficiente se satisfacen actualmente con el uso de lámparas fluorescentes. El sistema de luz indirecta evita deslumbramientos indebidos. Consiste en colocar rejillas metálicas pintadas de blanco, cristales o plásticos opacos sobre las lámparas, a fin de uniformar la intensidad de su ráfaga luminosa.

En algunas ocasiones, se colocan superficies de cristal, formadas por reunión de prismas del mismo material, que llenan el mismo objeto.

También se han establecido sistemas de iluminación indirecta que consiste en hacer reflejar los rayos luminosos sobre techos pintados de blanco mate que la difunden uniformemente. Las lámparas presentan pantallas impermeables a la luz en su parte inferior, de manera que sólo la luz difusa del techo invade el local.

Para completar el anterior sistema se pueden colocar pantallas individuales de luz directa, sobre los campos que lo exijan.

## **1.2 SEGURIDAD INDUSTRIAL**

### **1.2.1 EVOLUCIÓN DE LOS CONCEPTOS MODERNOS DE LA SEGURIDAD.**

Tal vez una de las razones por las cuales la seguridad personal no consigue atraer una atención continua y urgente, radica en la aplicación original de la idea de lo justo e injusto. A medida que el hombre iba haciéndose más adquisitivo y protector en relación con sus propiedades, iba estableciendo procedimientos que salvaguardaban a su familia y más tarde a su tribu. La consideración principal de este proceso era "el bien del conjunto", es decir, lo que es bueno para la familia o la tribu debe ser bueno igualmente para el individuo.

Más de 2000 años antes de nuestra era, los antiguos babilonios se preocupaban de los "accidentes" que ocurrían en aquellos tiempos, y prescribieron un método que sirviera para indemnizar al lesionado. Hammurabi (2100 A.C.) logró, durante los 30 años de su reinado, volver a asegurar la independencia de babilonia, y ordenó la compilación de un conjunto de leyes. Estas leyes aparecen grabadas en una columna de diorita, en tres mil seiscientas líneas de caracteres cuneiformes, columna que actualmente se encuentra en París. El Código de Hammurabi, sobrevivió para influir la ley sirio romana y, más tarde, la mahometana.

En el caso de que un esclavo que resultase lesionado por cualquier otro que no fuera su dueño, el Código especificaba la multa que habría de pagarse al dueño del esclavo. El Código reconocía asimismo la importancia del propósito. Cuando un hombre mataba a otro, estaba obligado a jurar que no lo había hecho intencionadamente, y en tal caso sufría la aplicación de una multa que guardaba proporción con el rango del difunto.

El propietario de un buey que en una calle causase heridas a terceras personas, era responsable de los daños ocasionados únicamente si él sabía que el buey era malintencionado, incluso cuando su acción causaba la muerte de terceros. El descuido y el abandono eran castigados con severidad, como ocurría en el caso de los médicos poco capacitados. Si sus errores ocasionaban pérdida de la vida o de algún miembro, se le cortaban las manos. Cuando el que no sobrevivía al tratamiento del médico era un esclavo, tenía que reemplazarlo. Cuando un veterinario ocasionaba la muerte de un buey o de un asno, estaba obligado a pagar la cuarta parte de su valor.

Desdichadamente, el código aplicaba el antiguo principio de "ojo por ojo" cuya intención era la de mantener un control mediante la amenaza explícita de un castigo igual a la gravedad de la ofensa.

Desde sus inicios la seguridad, como concepto y práctica, ha estado en transición. Más recientemente pasó de lo que una vez fue poco más que un enfoque sencillo a la eliminación de agentes de lesión a lo que ahora es muy a menudo un enfoque complejo al control confiable de los

daños. Dentro de los límites de las posibilidades que surgen para la seguridad existe una capacidad para realizar más que la simple detección de relaciones causantes y el diseño de controles prácticos. Sin embargo, las técnicas implicadas han aumentado en número cada año.

La transición actual ocurre en la conciencia cada vez mayor y la posibilidad de satisfacer las necesidades de poner en práctica el control deseado sobre los riesgos. Parece normal esperar este resultado. Sin embargo, la experiencia común nos recuerda que los casos de lesiones se repiten a pesar del conocimiento de sus causas o la disponibilidad de controles recomendados. En realidad, las dificultades en la implantación han sido el problema crítico de los programas de control de riesgos.

Muchos casos (de lesiones), casi 9 de 10 que ocurren en lugares de trabajo, pueden ser anticipados. Probablemente se pueda encontrar una relación más o menos similar donde la presencia de energía en alguna forma producirá daños a menos que se empleen controles adecuados. Es clara la implicación de que existe el conocimiento que, de ser aplicado, evitaría la mayoría de los casos de lesiones. La falta de su uso lo evidencia el número total de lesiones anuales que se presentan, que en años relativamente recientes han dado origen a una legislación más vasta y estricta en un intento por inducir las aplicaciones de seguridad adecuadas.

Las sociedades organizadas promulgan leyes, establecen reglas y políticas, y emplean otros medios de gran escala para regularizar la conducta de grupos de individuos. No obstante, las limitaciones de estos métodos se pueden observar todos los días en los reportes noticiosos. Con claridad estos métodos por sí solos son poco confiables donde una misión específica exige el esfuerzo cooperativo de un número de individuos. La solución principal a este enigma tiene que ver con el compromiso de gerentes competentes y la distribución de sus conocimientos a través de una jerarquía de posiciones cada vez más responsables. El ordenamiento jerárquico de la autoridad permite a los gerentes aplicar selectivamente la persuasión directiva y posibilita la determinación de la responsabilidad para elevar el nivel de desempeño del grupo, como reflexión de su capacidad como dirigentes para producir lo que se desea. Por lo tanto, la dirección o administración se convierte en el punto focal para lograr objetivos de grupo.

La administración y la ingeniería constituyen un enfoque en dos direcciones a los problemas de seguridad. La perspectiva diferente de una, refuerza a la otra. Juntos proporcionan la trama y urdimbre de la tela de la seguridad, pero la administración suele ser el hilo más resistente que da la duración a la tela.

La ingeniería se ocupa principalmente del diseño de objetos. Tiene que ver de manera primordial con sistemas bien estructurados y es más cómodo manejar problemas del universo que lo rodea, creyendo implícitamente que se pueden obtener soluciones. El objetivo consiste, en satisfacer la mayor población que se espera utilice el producto.



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 primer lugar es necesario emplear los medios para controlar las causas responsables de la presencia de los agentes dañinos.

Quizá una de las áreas que ha recibido la mayor atención en cuanto a seguridad, es el lugar de trabajo. Pese al progreso muy significativo que se ha logrado en los pasados 60 años, ocurrieron más de 11000 muertes y cerca de 2 millones de lesiones incapacitantes en los lugares de trabajo de 1985.

Tres de cuatro muertes, y más de la mitad de las lesiones sufridas por trabajadores en 1985 ocurrieron fuera de su lugar de trabajo.

El consejo Nacional de seguridad estimó que el costo de los accidentes de trabajo en 1985 ascendió a 37.3 mil millones de dólares. De acuerdo con esta agencia, la mayor parte de esa pérdida es pagada por los patronos o empresarios.

La seguridad organizada se desarrolló hace aproximadamente setenta años, como consecuencia de las presiones creadas por la entonces recién implantada compensación a los trabajadores. Aunque algunas compañías industriales habían prestado atención con anterioridad a la seguridad de sus trabajadores, tales esfuerzos precedieron sólo en unos cuantos años a las nuevas leyes. Como consecuencia de ello se contaba en aquellos momentos con poca experiencia acerca de los medios para instrumentar esta nueva especialidad.

Desde el principio se adoptaron ciertas consideraciones lógicas, las que pueden ser generalizadas, formando los cuatro pasos básicos en un programa convencional orientado a la seguridad:

- 1.- El análisis de los casos se dirigió hacia una clasificación de los acontecimientos que se traducían en lesiones, para identificar sus causas, determinar tendencias y realizar evaluaciones relacionadas con los hechos.

2.- Comunicación de los conocimientos obtenidos del análisis de los casos, la que se realizaba codificando la información adquirida bajo determinadas normas, y haciendo público este conocimiento e instructivos tales como programas de entrenamiento, reuniones en el taller, textos, posters, recordatorios visuales, y películas orientadas a informar acerca de cómo ocurrieron los accidentes y lo que puede hacerse para evitarlos. En forma coincidente, la necesidad de motivar a los destinatarios para el uso de la información suministrada, se unió a las comunicaciones para la iniciativa en demanda de leyes, las directivas operativas, los planes de incentivos y otros.

3.- La inspección se hizo necesaria al resultar evidente que el informar al personal no era suficiente para lograr la aplicación de medidas contra las lesiones. La inspección tiene ahora un doble propósito: no solamente se espera que se observe el nivel de cumplimiento, sino que se intenta también que detecte las condiciones de falta de seguridad antes de que se produzcan acontecimientos lesivos.

4.- Se agregó un paso más a los programas de seguridad industrial. Este paso se conoce como entrenamiento de seguridad del supervisor, su propósito consiste en orientar a éste hacia sus responsabilidades especiales en relación con la seguridad.

Pronto comenzaron a mejorar los índices de frecuencia de lesiones. Cuando tan satisfactorias estadísticas vieron la luz, los cuatro pasos antes reseñados se afianzaron, llamándolos programa de seguridad personal (para diferenciarlos de los programas de seguridad relativos a los equipos o "cosas").

Los conceptos que respaldan la seguridad organizada están basados en su mayoría en el esfuerzo para controlar las lesiones durante el trabajo. Para demostrar que es tan posible como práctico el alcanzar buenas metas en la seguridad, basta con observar el progreso nacional realizado por las industrias abocadas al mejor conocimiento de las lesiones producidas en el trabajo.

En la ley pública 91-596, es mejor conocida como la ley de seguridad y salud profesionales de 1970, o simplemente OSHA (Occupational Safety and Health Act). Entró en vigor el 28 de abril de 1971, y mediante ella se autoriza al Gobierno Federal para establecer e imponer normas de seguridad y salud profesionales en todos los lugares de empleo que afecten al comercio interestatal. Estas normas son impuestas mediante sanciones, tanto penales como civiles, en caso de violación de las mismas. Para lograr su objetivo, el método de OSHA define lesiones y enfermedades ocupacionales registrables como cualquier lesión o enfermedad ocupacional que dan origen a fatalidades y días de trabajo perdidos. La definición incluye casos no fatales sin pérdida de días de trabajo que originan la transferencia del trabajador a otro puesto o la terminación del contrato de trabajo, que necesitan tratamiento médico (que no sean primeros auxilios) o que implican la pérdida de la conciencia, o bien que implican restricciones del trabajo o del movimiento del trabajador.

Cuando se diseña y construye un equipo o se le instala en un proceso productivo, la seguridad en su operación debe ser considerada como un rasgo integral y normal. El proveer dispositivos de seguridad es uno de los pasos necesarios al adaptar el equipo a los seres humanos.

Los supervisores inmediatos de los trabajadores, más que cualquiera 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. La seguridad depende de la capacidad del supervisor. Un supervisor indiferente se ve pronto rodeado de 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 de 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 éstos, a su vez, probablemente no harán más que lo que el especialista de seguridad les indique.

La supervisión de las 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.

Un estudio intensivo realizado en 1972, con base en once pares igualados de pequeñas firmas (con 80 a 650 empleados), en 11 industrias diferentes, señaló que en aquellas industrias en donde la frecuencia en las lesiones y el índice de gravedad de las mismas era el más reducido, eran las mismas en donde la gerencia general, se mostraba más interesada y comprometida en los programas de seguridad de la compañía, y participaban activamente en los mismos.

## **I. 2.2 LEGISLACIÓN LABORAL EN EL CONTINENTE AMERICANO**

Con el fin de tener un panorama propio de las leyes y decretos del trabajo, es preciso presentar algunos de los textos más importantes de la materia, de origen latinoamericano, para poder apreciar sus virtudes y darnos cuenta que la finalidad común acerca de los países, para mejorar, reglamentar y cumplir con la seguridad e higiene industrial.

Las aportaciones que han hecho las naciones enriquecen la información y nos dan elementos para analizar la dinámica jurídica, ya que han contribuido con sus normas al desarrollo que ha propiciado un mejor entendimiento y armonía entre los patronos, los trabajadores y las autoridades.

## CANADÁ

El Código de trabajo de Canadá de 1966-1967, contiene en la parte IV lo referente a la seguridad industrial. En el artículo 81(1) se expresan los deberes de los patronos, esencialmente de no poner en peligro la seguridad e higiene de los trabajadores y (2) especificar los métodos y técnicas de seguridad que debe emplear para prevenir los riesgos del trabajo.

Los Reglamentos de Seguridad e Higiene deben contener las medidas de seguridad en la operación de las plantas, maquinaria, equipo, vehículos, materiales, edificios, estructuras y sitios de trabajo. Artículo 84.(1)

La integración de los Comités de Higiene y Seguridad se regula por el artículo 84.1(1). La investigación para la prevención de accidentes se dispone en el Artículo 89.(1).

Los programas de seguridad ocupacional para reducir o prevenir las lesiones en el trabajo, son facultad del Ministro del Trabajo. Artículo 90.(1).

## ESTADOS UNIDOS

La ley de Seguridad y Salud Ocupacionales(OSHA), también conocida como la Ley Williams-Steiger de 1970, entró en vigor el 28 de abril de 1971. Se aplica en 50 estados, el distrito de Colombia, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Guam, Samoa Norteamericana, los Territorios en fideicomiso en las islas del Océano Pacífico, la isla Wake, Tierras de la Plataforma Continental, la Isla Johnston y la zona del Canal.

Entre los más importantes derechos de los trabajadores según la OSHA; que antes no había sido reconocidos por otras leyes, figuran las siguientes:

- 1.- El derecho a solicitar al secretario de trabajo, por escrito, que realicen inspecciones acerca de la seguridad y la salud en la fábrica, establecimiento, o lugar de trabajo.
- 2.- El derecho a contar con un representante que acompañe a los funcionarios que vigilan el cumplimiento, cuando se realice una inspección en la planta, establecimiento o lugar de trabajo.
- 3.- El derecho a que los patronos mantengan informes exactos acerca de la exposición del trabajador a los materiales potencialmente tóxicos o a los agentes físicamente perjudiciales, y a tener acceso a tales informes relacionados con sus propias exposiciones.
- 4.- El derecho a que las sustancias peligrosas sean identificadas mediante etiquetas o carteles en la planta o lugar de trabajo.
- 5.- El derecho a ser informado prontamente por el patrono acerca de la exposición a cualquier material tóxico, o agente físico perjudicial que se encuentre presente en concentraciones al nivel, o por encima del nivel prescrito como norma aplicable.
- 6.- El derecho a que las violaciones realizadas por el patrono y determinadas por el funcionario inspector sean expuestas en forma destacada, en el lugar de trabajo.

La práctica recomendada para compilar y medir la incidencia de lesiones en el trabajo, es la siguiente clasificación:

- 1.- Muertes.
- 2.- Incapacidad total permanente.
- 3.- Incapacidad parcial permanente.
- 4.- Incapacidad total temporal.

Los trabajadores deberán estar asegurados para poder cubrir los gastos médicos y hospitalización, en caso de riesgos de trabajo; ya sea que se contrate un seguro con una compañía aseguradora, o que la empresa tenga su propio fondo o seguro, para cumplir igualmente con las leyes de compensación a los trabajadores.

Para dar cumplimiento a las normas de seguridad e higiene de la OSHA, se han autorizado según la situación, tres tipos de normas:

- a) Normas interinas.
- b) Normas temporales de emergencia.
- c) Normas permanentes.

Otras normas que se aplican en materia de seguridad e higiene son la Ley de Seguridad y Salud Federal para las Minas de Carbón y la Ley de Energía Atómica. Las Leyes Federales vigentes son las siguientes:

- 1.- La Ley Walsh Healey sobre Contratos Públicos.
- 2.- La Ley de Contratos de Servicio de 1965.
- 3.- La Ley sobre artes y Humanidades.
- 4.- La Ley de Compensación a los Estibadores.
- 5.- La Ley de Seguridad en la Construcción.
- 6.- La Ley de Seguridad Marítima.

El cumplimiento y administración técnica de la OSHA corresponde al Secretario de Trabajo, quien delega funciones en el Secretario Auxiliar del Trabajo para la Salud y Seguridad Ocupacionales. También interviene el Secretario de Salud, Educación y Bienestar por conducto del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacionales(NIOSH).

La sección 17 de la OSHA de termina los castigos que pueden ser impuestos a los patronos a causa de su incumplimiento. Las violaciones a la Ley pueden ser mínimas, no serias, deliberadas, repetidas y de peligro inminente; y trae como consecuencia sanciones civiles o penales.

La Ley Federal del Trabajo es reglamentaria del Artículo 123 Constitucional, que contiene la Declaración de los Derechos Sociales, este fue el espíritu que se proyectó en la Ley vigente del primero de mayo de 1970; ya está en proceso una nueva iniciativa de Ley Federal del Trabajo, seguramente que en breve habrá modificaciones a la Ley, pero consideramos que lo que se refiere a la seguridad industrial, no habrá reformas substanciales a menos que perfeccionen las ya existentes.

En el título Cuarto, Capítulo I, se expresan los derechos y obligaciones de los trabajadores y de los patronos; por lo que concierne a seguridad e higiene las fracciones XVI, XVII y XVIII del Artículo 132 son las que nos dan las bases:

XVI. Instalar, de acuerdo con los principios de seguridad e higiene, las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares que deban ejecutarse las labores, para prevenir riesgos de trabajo y perjuicios al trabajador, así como adoptar las medidas necesarias para evitar que los contaminantes no excedan los máximos permitidos en los reglamentos e instructivos que expidan las autoridades competentes. Para estos efectos, deberán modificar, en su caso, las instalaciones en los términos que señalen las propias autoridades;

XVII. Cumplir las disposiciones de seguridad e higiene que fijen las leyes y los reglamentos para prevenir los accidentes y enfermedades en los centros de trabajo, y en general, en los lugares en que deban ejecutarse las labores; y disponer en todo tiempo de los medicamentos y materiales de curación indispensables que señalen los instructivos que se expidan, para que se presten oportuna y eficazmente los primeros auxilios; debiendo dar, desde luego, aviso a la autoridad competente de cada accidentes que ocurra;

XVIII. Fijar visiblemente y difundir en los lugares donde se preste el trabajo, las disposiciones conducentes de los reglamentos e instructivos de seguridad e higiene;

El Título Noveno trata de los Riesgos de Trabajo, aquí la Ley define a los riesgos, accidentes y enfermedades de trabajo en los subsecuentes artículos:

Artículo 473. Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Artículo 474. Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste. Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar del trabajo y de éste a aquel.

**Artículo 475. Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.**

La clasificación de las Incapacidades se incluyen en la Ley, al igual que en otras legislaciones:  
**Artículo 477. Cuando los riesgos se realizan pueden producir:**

- I.- Incapacidad temporal.
- II.- Incapacidad permanente parcial;
- III.- Incapacidad permanente total;
- IV.- La muerte.

También cada una de las incapacidades ha sido definida en el texto de la Ley, para mayor claridad:

**Artículo 478. Incapacidad temporal** es la pérdida de facultades o aptitudes que imposibilita parcial o totalmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo.

**Artículo 479. Incapacidad permanente parcial** es la disminución de las facultades de una persona para trabajar.

**Artículo 480. Incapacidad permanente total** es la pérdida de facultades o aptitudes de una persona que la imposibilita para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida.

Con el fin de precisar las prestaciones a los trabajadores por riesgos de trabajo, éstas se enumeran en el siguiente artículo:

**Artículo 487. Los trabajadores que sufran un riesgo de trabajo tendrán derecho a:**

- I.- Asistencia médica y quirúrgica;
- II.- Rehabilitación;
- III.- Hospitalización, cuando el caso lo requiera;
- IV.- Medicamentos y material de curación;
- V.- Los aparatos de prótesis y ortopedia necesarios; y,
- VI.- La indemnización fijada en el siguiente título.

Quando existan causas excluyentes de responsabilidad para el patrón porque el trabajador se accidente porque estaba en estado de embriaguez; bajo la acción de narcóticos o drogas enervantes, o cuando se lesione intencionadamente, en riña o intento de suicidio, el patrón sólo deberá prestar los primeros auxilios y trasladar al trabajador a su domicilio o al centro médico.(Artículo 488)

Las reformas del 28 de abril de 1978 dan a conocer las medidas preventivas de los riesgos de trabajo:

Artículo 512. En los reglamentos de esta Ley y en los instructivos que las autoridades laborales expidan con base en ellos, se fijarán las medidas necesarias para prevenir los riesgos de trabajo y lograr que échele preste en condiciones que aseguren la vida y la salud de los trabajadores.

Artículo 512-A. Con el objeto de estudiar y proponer la adopción de medidas preventivas para abatir los riesgos en los centros de trabajo, se organizará la Comisión Consultiva Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, integrada por representantes de las Secretarías del Trabajo y Previsión Social, Salubridad y Asistencia, y del Instituto Mexicano del Seguro Social, así como por los que designen aquellas organizaciones nacionales de trabajadores y de patrones a las que convoque el Titular de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, quien tendrá el carácter de Presidente de la citada Comisión.

El Seguro Social en México es obligatorio a nivel Federal, comprende los seguros de riesgos de trabajo, de incapacidades e invalidez, y de muerte. El Instituto Mexicano del Seguro social (IMSS) es el encargado de proporcionar estos servicios.

La seguridad industrial comprende los siguientes temas que son:

Concepto de seguridad industrial.

Equipos de seguridad personal.

Equipos de seguridad colectiva.

Manejo de la corriente eléctrica.

Medidas contra incendios.

### **1.2.3 CONCEPTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

La seguridad industrial es el conjunto de conocimientos científicos de aplicación tecnológica que tiene por objeto evitar los accidentes en el trabajo.

Relación entre la higiene y la seguridad industrial; Recordemos que enfermedades profesionales, y accidentes en el trabajo, deben quedar englobados dentro del término genérico de riesgos profesionales o daños en el trabajo. En realidad la discriminación entre accidentes del trabajo y enfermedad profesional no tiene razón esencial de ser, pues sólo se ha establecido para comprender mejor los riesgos profesionales. En la misma forma, higiene industrial y seguridad industrial no tienen campos distintos. La seguridad industrial es el complemento obligado de la higiene o si se desea, al revés. No importa el orden de los factores. Las dos forman parte de un todo indisoluble se han separado de la siguiente manera:



## Salud física en el trabajo

### Higiene industrial      Seguridad industrial

#### Enfermedades profesionales      Accidentes en el trabajo

Diferencia entre accidentes del trabajo y enfermedad profesional; La característica fundamental de todo accidente es su aparición súbita y la unidad de acción de su causa.

La enfermedad profesional se prevé; los conocimientos sobre higiene y medicina del trabajo indican que, tarde o temprano, un trabajador puede sufrir un padecimiento como consecuencia del trabajo. La causa que lo provoca tiene la característica de repetirse durante mucho tiempo; desencadena trastornos orgánicos por múltiples acciones del mismo tipo que se van acumulando. En cambio, el accidente de trabajo se puede o no prever, la causa que lo desencadena es única y es susceptible de ser medida, provocando lesiones cuya gama puede extenderse desde las lesiones leves hasta las que provoquen la muerte. Una descarga eléctrica, una quemadura, un machacamiento, las fracturas, las contusiones profundas, son riesgos cuya causa ha sido única, susceptible de ser medida.

Otra diferencia más: en el accidente existe la prueba casual de lo acaecido; en la enfermedad profesional existe la presunción de la causa; en el riesgo de trabajo hay testimonio fehaciente, en la enfermedad del trabajo sólo hay evidencias y presunción. Sólo la autopsia, en caso de muerte, la confirma.

En la mayoría de los casos un accidente de trabajo no es previsible. Claro que si no existen dispositivos de seguridad se puede pensar en los accidentes, pero no se puede determinar con precisión quiénes, cuándo y a qué hora pueden sufrirse.

Causas de los accidentes en el trabajo y en el factor humano: Se pueden clasificar de la siguiente manera:

A) Causas directas.

B) Causas indirectas.

A) Las causas directas dependen del medio ambiente de trabajo, dónde se realizó el accidente y de las condiciones biológicas intrínsecas del propio accidentado.

B) Las causas indirectas son totalmente ajenas a las condiciones biológicas intrínsecas del accidentado, aunque pueden estar subordinadas o no al medio ambiente en que trabaja en forma normal

En el primer caso de causa directa, el accidente se realizó en el propio centro de trabajo y dependió de malos dispositivos de seguridad o ausencia de los mismos o de actos inseguros del propio accidentado derivados de sus condiciones biológicas, complejos, experiencia y conocimientos. La mayoría de este tipo de accidentes pueden ser controlados y totalmente eliminados.

En el segundo caso, cuando la causa es indirecta, el accidente se realizó en el mismo sitio de trabajo o fuera de él y se debió a malos dispositivos de seguridad y de actos inseguros de otras personas ajenas a la conducta del accidentado. Es decir, él es una víctima inocente del riesgo que sufre o sufrió.

Factor humano; Por lo que se refiere a los accidentes directos, de acuerdo con estadísticas nacionales y extranjeras se ha determinado que del 70% al 85% son debidos a los actos inseguros de los trabajadores; es decir, el factor humano juega el papel preponderante en la aparición del riesgo a consecuencia de la herencia, influencia del medio donde se desarrolló, condiciones físicas personales, intoxicaciones voluntarias (alcoholismo principalmente), personalidad propia, falta de capacitación y adiestramiento, fatiga, falta de disciplina para el uso de los equipos de seguridad, actos de temeridad y todos los demás elementos personales que sólo los estudios biológicos, médicos, psicológicos, sociales que con la implantación de sistemas educativos pueden abolir o por lo menos disminuir la incidencia.

Los accidentes de trabajo pueden deberse a las siguientes causas:

I.- Ignorancia del trabajo que se desempeña.

II.- Fatiga por exceso de trabajo (horas extras, trabajo a destajo, trabajo muy pesado.).

III.- Inadaptación del trabajo.

IV.- Tipo de protección colectiva que existe.

V.- Tipo de protección individual que se usa.

VI.- Actos inseguros de los trabajadores.

I.- Ignorancia. Las preguntas que deberán satisfacer a este respecto son las siguientes:

- a) ¿Se adiestró y se capacitó al trabajador en la labor que desempeña?
- b) ¿Es el titular, suplente o trabajador incidental en su ocupación?
- c) ¿Cuánto tiempo tiene de desempeñar la labor donde se accidentó?
- d) ¿Cuántos accidentes a sufrido en el mismo lugar de trabajo?

II.- Fatiga.

- a) ¿El trabajo es físico o mental?
- b) Si es físico, ¿es de pequeño, mediano o gran esfuerzo?
- c) Si es mental, ¿existe relación directa con el riesgo profesional?
- d) Si es mixto, ¿cuál es la condición física, psicológica, mental del accidentado?
- e) Durante la jornada de trabajo, ¿a qué hora se produjo el accidente?
- f) En relación con el día de descanso, ¿en qué día ocurrió el accidente?

- g) ¿Cuándo fueron las últimas vacaciones gozadas por el accidentado?
- h) ¿Qué edad tiene el trabajador?
- i) ¿Cuál es su sexo?

### III. Inadaptación del trabajo

- a) ¿El trabajador fue seleccionado mediante examen médico, pruebas de capacidad y habilidad o estudios especializados y psicológicos para el desempeño de su trabajo?
- b) ¿Tiene la preparación suficiente y necesaria para desempeñarlo?
- c) De acuerdo con la ley, ¿la empresa lo adiestra y lo capacita?
- d) ¿Tiene conflictos o problemas con sus compañeros de trabajo?
- e) ¿Se sabe que tiene problemas morales con su seno familiar?
- f) ¿Es faltista justificada o injustificadamente a su trabajo?
- g) ¿Manifiesta indiferencia por el trabajo que desempeña?
- h) ¿El trabajo que desempeña lo hace concentrando su atención o lo hace bromeando con los compañeros?

### IV.- Protección colectiva

- a) Condiciones higiénicas de ambiente: iluminación, ventilación, temperatura, limpieza, orden, trabajo en serie, presencia de gases o vapores.
- b) Condiciones de seguridad del ambiente: protección de la maquinaria en las partes peligrosas, dinámica de colores, manejo de fluidos, estado de las herramientas.

### V.- Protección individual

- a) ¿Necesita equipo de seguridad personal?
- b) ¿Lo tiene?
- c) ¿Lo usa?
- d) ¿Es el apropiado?
- e) ¿Está en buen estado?

### VI.- Actos inseguros

- a) ¿Cómo se efectuó el riesgo de trabajo?
- b) ¿Cuál era el estado psicológico del trabajador antes del accidente? Contento, indiferente, preocupado, enojado, cansado, desvelado, enfermo.
- c) ¿Padece alguna enfermedad ostensible que propicie el riesgo profesional?
- d) ¿Padece algún defecto físico que propicie el riesgo de trabajo?
- e) ¿Presentaba signos o manifestaciones de intoxicación por bebidas alcohólicas o enervantes?
- f) ¿Cuál es el nivel cultural del trabajador?

- g) ¿Cuál es la situación familiar, económica y social del accidentado?
- h) ¿Pone atención a su trabajo?
- i) ¿Estaba jugando o bromeando cuando sucedió el riesgo de trabajo?

#### **I.2.4 EQUIPOS DE SEGURIDAD PERSONAL**

Independientemente de las adaptaciones o dispositivos de seguridad colectiva instalados en una fábrica; los trabajadores deben contar con los equipos de seguridad personal, con la obligación de usarlos, a fin de preservarse de los riesgos que en forma directa los amenaza.

Estos equipos deberán ser otorgados a los trabajadores por conducto de las empresas y su uso requerirá el entrenamiento y el conocimiento suficientes para su eficaz empleo, todo bajo control de las Comisiones Mixtas Permanentes de Higiene y Seguridad o jefes de Seguridad.

La adquisición de los equipos debe hacerse atendiendo a su calidad, la cual deberá estar garantizada por la casa que los fabrica y por la seriedad de la casa proveedora. Esta recomendación deberá atenderse para obtener siempre una buena protección.

Cuando estén deteriorados, mal ajustados o defectuosos y no respondan al objetivo principal de proteger; deberán ser cambiados por los responsables de la seguridad y por cuenta de los patrones, sin perjuicio económico para los trabajadores.

La realización de los riesgos, la mayoría obedece a la conducta o actos inseguros de los trabajadores. Dentro de este renglón está precisamente la falta de uso del equipo de seguridad personal, como uno de los actos inseguros en el trabajo.

Los dispositivos de seguridad relativos y los sistemas de acondicionamiento para las partes peligrosas de la maquinaria, las condiciones higiénicas que deben cumplirse, corresponden a las medidas de carácter colectivo que todo centro de trabajo debe satisfacer.

Aunque el uso de estos equipos va generalizándose en nuestro medio, aún es problema su establecimiento definitivo en todos los sectores de trabajo.

La catalogación de estos equipos con especificaciones de las labores en que deben ser usados, pasamos a exponerla, haciendo un recorrido orgánico funcional del cuerpo humano.

##### **CABEZA**

A) Las viseras y gorras sirven para cubrir el cuero cabelludo y parte del rostro, pues al mismo tiempo que recogen los cabellos, las gorras defienden de las radiaciones solares intensas y de los polvos o impurezas del aire atmosférico del local de trabajo, viciado por el proceso de elaboración.

Las viseras deben ser usadas principalmente cuando se trabaje en sitios donde existan focos luminosos intensos, ya sean artificiales o el mismo sol, siempre y cuando no sea necesario el uso de anteojos. Trabajo al aire libre o trabajo nocturno de cualquier índole evitará radiaciones molestas sobre la cara, principalmente en los órganos de la visión, mediante el uso de las viseras. La combinación de viseras y gorra proporciona equipo de seguridad de carácter mixto, que se puede recomendar para trabajos diversos.

En el caso que las trabajadoras usen cabellera larga deberán usar redes de contención que eliminen este peligro.

B) Los cascos metálicos o de fibra de vidrio comprimida deberán usarse para proteger el cráneo, cuando haya exposición a choques intensos. El requisito que debe llenar estriba en que siempre exista espacio libre entre el casco y cráneo, condición proporcionada por el soporte que a nivel de la badana, deben poseer. Esta ventaja, no sólo permite la ventilación natural del cuero cabelludo, sino el amortiguamiento de los posibles golpes. El uso del casco se ha generalizado a todos los sectores industriales y servicios de vigilancia.

Un accesorio de seguridad, esta representado por la badana absorbente, hecha a base de esponja sintética y de forma rectangular que es colocada encima de la frente de todos aquellos trabajadores expuestos a gran sudación y que no deben separar las manos del campo de trabajo, para limpiarse el sudor.

C) Las gafas o anteojos son dispositivos de seguridad considerados como accesorios que sirven para proteger los órganos de la visión. Su naturaleza es distinta según el trabajo que se desempeñe. Actualmente se conocen alrededor de veinte tipos diferentes de anteojos que se usan en las distintas industrias. Enumeremos algunos:

- a) Anteojos inastillables para trabajos con arena: anteojos inastillables para trabajos donde se desprende limadura de hierro o arena (trabajos al esmeril).
- b) Anteojos inastillables para operaciones de maquinaria para labrar maderas.
- c) Anteojos ahumados para trabajos con soldadura autógena y eléctrica.
- d) Anteojo de cristal neutros para trabajos en medio polvoso.
- e) Anteojos inastillables para trabajos con aire comprimido.
- f) Anteojos oscuros contra radiaciones ultravioletas.
- g) Anteojos oscuros con sales de plomo en su estructura, para trabajos con rayos x.
- h) Anteojos de cristal neutro para el manejo de sustancias tóxicas o cáusticas en la industria química.
- i) Anteojos con protección circular hermética e inastillables para trabajos en medio acuoso.

j) Anteojos con protección circular ajustable y hermética, con cristales neutros, donde se desprendan gases o polvos irritantes.

k) Anteojos de cristal ahumado o azul cobalto para trabajos frente a hornos con productos en ignición con altas temperaturas.

D) Las caretas son accesorios de seguridad ajustable al nivel de la frente para proteger la cara, principalmente los globos oculares. La protección puede extenderse hasta la parte inferior del cuello, de acuerdo con el tamaño de la propia careta. Su indicación protectora se concentra entre los trabajadores de pulido sobre superficies sólidas que no provocan la formación brusca de rebabas de aristas cortantes capaces de atravesar la propia careta. El material de que están hechas las caretas, pueden ser mica, acrílico o plástico transparente. Las principales labores que requieren el uso de caretas son: aserrar maderas, trabajar con productos químicos, tallar en forma leve bombillas eléctricas, fabricar botellas de vidrio. Existen caretas ahumadas para trabajos en fundición.

E) Los yelmos son accesorios de seguridad contruidos con materiales metálicos o fibra de vidrio fuertemente comprimida. Se usan principalmente para trabajos de soldadura eléctrica y autógena; por consiguiente, la superficie exterior debe ser incombustible y dieléctrica. Este accesorio de seguridad presenta, en la parte correspondiente a los ojos, una ventana donde se adaptan cristales ajustados o desmontables para que al través de ellos sea posible la visión en el campo de trabajo. Algunos se pueden adaptar directamente a la cabeza, a fin de facilitar el juego libre de manos; otros presentan mango en la parte inferior para que el mismo trabajador pueda sostenerlo. En este último caso, solamente son usados en trabajos con soldadura por medio de máquinas punteadoras, que es manejan con pedales.

F) Los respiradores, cuyo nombre más usual en nuestro medio es el de mascarillas, son accesorios que sirven para proteger la boca y nariz, a fin de evitar acceso hacia los aparatos digestivo y respiratorio de sustancias capaces de provocar riesgos profesionales. La industria moderna, principalmente la textil y toda aquella que efectúa transformaciones de materias primas ya sea empleando sales minerales u orgánicas de toda naturaleza, desprenden polvos, vapores y gases como productos de desecho o transformación de los productos elaborados.

En el mercado existen multitud de respiraderos. Las partes fundamentales de los mismos son:

- a) El filtro, o sea , el medio filtrante encargado de despojar el aire de las partículas nocivas.
- b) Válvulas de aspiración conectadas al filtro.
- c) Válvulas de aspiración con movimiento exclusivo hacia el exterior.
- d) Cuerpo de la mascarilla.
- e) Medios de sostén.

La construcción de la mascarilla varía de acuerdo con los polvos, gases o vapores que se desprenden. Cuando el medio es polvoroso, deberán usarse mascarillas con filtros donde se detengan los polvos. Recordemos que los más peligrosos y que son los que provocan las neumoconiosis son los más pequeños; por consiguiente, es preciso eliminar su posible absorción al través del filtro. Un tipo de filtro que ha dado muy buenos resultados es el que consta de un depósito donde se coloca azúcar granulada o en cubos perfectamente yuxtapuestos.

G) Las orejeras son amortiguadores del ruido y se colocan en los pabellones auriculares para disminuir su intensidad. Es de uso obligatorio entre remachadores, caldereros, herreros y todos aquellos trabajadores de industrias ruidosas.

### TRONCO Y EXTREMIDADES

H) El overol es de ropa de seguridad que tiene por objeto cubrir todo el cuerpo desde el cuello, incluyendo las extremidades superiores e inferiores. Para que el overol llene su cometido debe satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Ser de tela resistente que favorezca la transpiración (dril y lona). Actualmente se usan fibras sintéticas, aunque el algodón sigue siendo el número uno.
- b) El corte debe permitir libertad en los movimientos.
- c) El tamaño debe ser a la talla del trabajador.
- d) No debe poseer cintas ni accesorios externos.
- e) Debe poseer cierres voluntarios al nivel de los tobillos y principalmente al nivel de los puños.
- f) No debe poseer bolsas de parche, sino interiores.
- g) Las bolsas no deben tener cartera, sino cierres relámpagos.
- h) No debe poseer botones, sino cierres de la misma naturaleza.
- i) No deben estar hechos a colores brillantes.

### TRONCO

l) Las batas, mandiles y delantales deben usarse sobre el overol cuando se trabaja en lugares húmedos, sucios o polvosos. Más aún deberán usarse transitoriamente capas impermeables o, en todo caso, overoles de tela impermeable, cuando los trabajadores estén expuestos a la humedad, como sucede en los departamentos de tróciles o acabado de telas en la industria textil, en los trabajos de pesca y, en general, en los trabajos a la intemperie. Cuando sea necesario, deberá usarse gorra impermeable. En otras ocasiones, cuando los trabajadores manejan hierro candente

como sucede entre los fundidores y laminadores, sobre el overol de tela resistente deberán usarse mandíles de material incombustible a base de cuero de res curtido al cromo o de asbesto. Deberán usarse, además, zapatos y guantes del mismo material incombustible. Los bomberos que combaten incendios deberán estar protegidos con equipos a base de asbesto, o de hule recubiertos con polvo de aluminio.

J) Las chaquetas representan ropa de seguridad que deben usarse en trabajos de soldadura. Deben ser ajustadas para que en caso de gran proyección de chispas no se formen bolsillos donde éstas caigan y se detengan. No deben poseer múltiples costuras, sobre todo en la cara anterior expuesta al chisporroteo. El material para la fabricación de chaquetas para soldadores debe ser incombustible, prefiriéndose el asbesto y el cuero de res curtido al cromo.

K) Los petos son accesorios de seguridad destinados a los soldadores para sustituir a las chaquetas, con botonadura fácilmente desmontable y hechos del mismo material.

#### MIEMBROS SUPERIORES

L) Las mangas son accesorios de seguridad que pueden ser de tela lavable o plástico para trabajos en oficinas. Cuando se usan en labores húmedas como sucede entre los operarios de las fábricas de hielo o de mosaico, deberán ser de hule; cuando se usan como accesorios de seguridad entre los soldadores, deberán ser de asbesto o piel de res curtida al cromo.

LL) Los guantes son accesorios de seguridad que sirven para proteger las manos, cuya naturaleza varía según el trabajo como se menciona a continuación:

- a) Guantes impermeables hechos de hule cuando se manejan líquidos o sólidos corrosivos: sosa, potasa, ácidos, o se mañeja corriente eléctrica.
- b) Guantes de material resistente, ya sea de cuero o lona con grapas metálicas en la cara palmar, cuando se manejan superficies ásperas: piedras, metales, troncos de árboles.
- c) Guantes de material incombustible cuando se manejan sustancias a temperaturas capaces de provocar quemaduras; tal sucede con el hierro y el vidrio en estado de ignición. El material que se usa es el asbesto o el cuero de res curtido al cromo.
- d) Guantes impermeables protegidos interiormente con lana o pelo, cuando se manejan materias primas o productos a temperaturas bajas: fabricantes de hielo y helados, trabajadores en la conservación y refrigeración de alimentos.
- e) Guantes a base de materiales impregnados con sales de plomo, cuando se manejan rayos X o sustancias radiactivas: médicos, químicos, radiólogos.



f) Guantes de piel delgada y suave con perforaciones en el dorso y protección de los dedos a la mitad, para manejo de automóviles.

M) Las manoplas son accesorios de seguridad que se diferencian de los guantes en que los cuatro últimos dedos se encuentran contenidos dentro de una misma cavidad, permaneciendo el pulgar en forma aislada.

N) Los dedales son accesorios de seguridad que sirven para proteger aisladamente los dedos. Estos accesorios son usados principalmente entre oficinistas y costureras.

O) Los mitones son accesorios de seguridad parecidos a los guantes, con la circunstancia de que su extensión llega a los dos tercios inferiores del antebrazo. Los mitones tienen las mismas indicaciones que los guantes y deben llenar sus mismos requisitos.

P) Los cinturones están hechos de material resistente que se colocan al nivel de la cintura. Todos los trabajadores, cualquiera que sea la actividad a que se dedican, deben usar cinturones que aparte de ser materiales resistentes, deben ser blandos pero no extensibles, con una anchura que varía de dos a seis pulgadas.

El cinturón tiene por objeto amortiguar cambios bruscos de presión sobre las paredes abdominales; en individuos predispuestos, la falta de este accesorio puede provocar hernias. Los cinturones pueden estar hechos de cuero, hule o lona resistente; no deben poseer hebilla corrediza y deben estar ajustados a la cintura, sin que provoquen compresiones intensas o se encuentren demasiado flojos. En algunos trabajadores como los electricistas, se requiere el empleo libre de las manos, no teniendo campo accesible para depositar las herramientas, deben usarse cinturones con dispositivos para transportar: pinzas, desarmadores, perforadores, cuchillos, martillos, bolsa con clavos, tachuelas. El propio cinturón posee argollas donde se prende el cinturón de seguridad llamado bandola, que sirve para rodear los postes donde se encuentran trabajando.

#### ÓRGANOS GENITALES

Q) los suspensorios permiten resguardar los órganos genitales, contra posibles riesgos. Tiene la forma apropiada para cubrir tanto el pene como toda la región escrotal, pudiéndose ajustar al nivel de la cintura. Algunos están hechos de tela ahulada resistente y otros poseen concha metálica al nivel de la región genital; un probable golpe disminuye considerablemente su intensidad. El uso de los suspensorios está muy generalizado entre los deportistas, pero en el trabajo deben usarse siempre y cuando se efectúen labores a base de grandes esfuerzos: mecánicos, herreros, alijadores, marineros, estibadores, choferes.

## GLÁNDULAS MAMARIAS

R) Los brassieres permiten resguardar los senos contra posibles riesgos. Están hechos de fibra comprimida resistente, ajustable por medio de correas elásticas sobre el brassiere de uso diario.

## MIEMBROS INFERIORES

S) Los pantalones sirven para proteger las extremidades inferiores. El uso de los pantalones se ha venido generalizando en tal forma que ya no causa ninguna impresión contemplar mujeres ataviadas con esta prenda masculina. Para fortuna de la seguridad, en las fábricas se ha generalizado su uso entre el sector femenino. En efecto, las faldas evitan movimientos amplios de las trabajadoras y aumentan los riesgos, porque pueden ser aprisionadas entre los engranes de la maquinaria.

T) Las pierneras se colocan sobre el pantalón para obtener mejor protección, cuando es necesario. Tal es el caso de los fundidores, estableros. Las pierneras que deben usar los soldadores deben ser de piel de res curtida al cromo y fácilmente desmontable.

U) Los zapatos vienen a representar una necesidad de civilización, cuyo uso, aparte de proporcionar mejor apariencia personal, protege los pies. La bromhidrosis (olor desagradable de los pies) se debe a que los zapatos forman una cavidad cerrada no impermeable donde existe calor, aire confinado, sudor, grasas y polvos minerales y orgánicos. Las grasas en presencia del sudor y del aire caliente confinado forman derivados ácidos y aldehídos butírico y margárico de marcado olor desagradable. Al mismo tiempo, por el polvo y suciedad se presentan procesos de fermentación. Todo en su conjunto provoca el olor característico de esta enfermedad que se puede evitar mediante: lavado diario de los pies, cambio diario de calcetines, uso de polvos inertes absorbentes en los pies y desodorantes.

Mencionaremos una relación de algunos tipos especiales de calzado:

- a) Zapatos impermeables, cuando se trabaje en medio acuoso: embotelladores de refresco, acabadores de tela, trabajadores en campos cenagosos, mosaiqueros, trabajadores de refrigeración, de conservas alimenticias.
- b) Pantunflas impermeables, cuando se transite en lugares húmedos: trabajadores de estos mismos departamentos, cuando se expongan transitoriamente a la humedad.

c) Zapatos con elásticos laterales que permitan fácilmente sacar con rapidez el pie: garroteros y trabajadores en general de los patios de ferrocarril.

d) Zapatos de madera cuando se trabaje o se transite en medios acuosos: trabajadores en campos cenagosos.

e) Zapatos con suela de hule o de madera, pero adherida al corte en ausencia de clavos, para trabajos donde sea necesario manejar cables eléctricos: trabajadores electricistas.

f) Zapatos de material incombustible hechos de piel de res curtida al cromo cuando se trabaje con minerales en ignición: fundidores, laminadores, fogoneros.

g) Zapatos con puntera de hierro, cuando se trabaje en lugares propicios a machucamientos y grandes contusiones: peones de patios de ferrocarril, empaquetadores de desperdicios de hierro en las fundiciones o laminaciones; mecánicos donde se fabrican estructuras metálicas.

h) Zapatos impermeables cuando se manejan sustancias corrosivas: trabajadores de fábrica de ácidos y productos químicos en general.

i) Zapatos con suelas provistas de tachuelas antiderrapantes cuando se trabaje en lugares resbaladizos: guías de alpinistas, trabajadores de empresa topográficas.

j) Zapatos impermeables con acolchonamiento interior de lana, cuando se trabaje en sitios de refrigeración constante: trabajadores de conservas alimenticias, de refrigeración de alimentos, fabricación de hielo.

k) Zapatos con perforaciones en el corte cuando se trabaje en sitios sobrecalentados, sin que haya peligro de quemaduras: bañeros.

V) las pantuflas son prendas que de hecho se usan en trabajos ligeros, principalmente por las mujeres, en sustitución de las zapatillas de vestir, en oficinas, almacenes, talleres.

W) Las botas pueden usarse en lugar de zapatos o sobre ellos. Pueden llegar a la mitad de la pierna o hasta el tercio superior del muslo. Un típico ejemplo de seta bota está representado por la llamada "minera" que se caracteriza por su fuerte resistencia y por su gran durabilidad. Los materiales de que están fabricadas son pieles gruesas curtidas al cromo y hervida en aceite. En esta forma se obtiene al mismo tiempo durabilidad y suficiente blandura para ser adaptadas a la parte del cuerpo que protegen. Las botas que se usan para trabajo en medio acuoso, como es el que desempeñan pescadores o trabajadores sobre caminos cenagosos, deben ser impermeables y llegar hasta el tercio superior del muslo.

X) Las medias y calcetines son prendas complementarias al uso de zapatos. Sirven para conservar el calor y evitar pérdidas de energía, sobre todo en órganos del cuerpo poco irrigados como son los pies. La lana y la seda son materiales conservadores del calor, por lo que deben preferirse en invierno.

Y) Las polainas son accesorios de seguridad que se usan para proteger la cara dorsal del pie y la pierna. Los materiales de fabricación pueden ser el cuero, la lona o lámina de acero. Las polainas a base de cuero sirven para trabajos donde se está expuesto a grandes riesgos. Tal sucede entre caballerangos. Las polainas a base de lona son empleadas por regla general entre los soldados de infantería o los infantes de marina para proteger el tercio inferior de la pierna y facilitar los movimientos de la marcha, brinco y alto. Las polainas que están hechas a base de láminas metálicas se usan en exploraciones a zonas peligrosas donde haya el probable riesgo de picaduras por animales ponzoñosos.

#### **1.2.5 EQUIPOS DE SEGURIDAD COLECTIVA.**

Los equipos de seguridad colectiva son los sistemas de acondicionamiento que se emplean en un centro de trabajo, en función de la naturaleza modificada y adaptada para la producción y que evitan riesgos profesionales directos de carácter colectivo. Estos equipos pueden estar ligados o no con la construcción que alberga al centro de trabajo, pero ineludiblemente deben estarlo con la maquinaria, accesorios, herramientas, materias primas, instalaciones eléctricas, generadores de vapor y todos los enseres, vehículos o artefactos que se emplean en la producción.

Corresponde a las Comisiones Mixtas Permanentes de Seguridad e Higiene y a los departamentos de Seguridad, la sugerencia para su instalación, pero siempre serán aprobados e inspeccionados por las autoridades respectivas.

Las cubiertas de protección a la maquinaria tendrán por objeto librar a los trabajadores contra los riesgos potenciales o latentes que encierran las máquinas extractoras, elevadoras, transformadoras o acondicionadoras de los productos de fabricación.

La industria moderna, está a base de máquinas de vapor, de energía eléctrica, y en camino, energía nuclear; y de energéticos no renovables que producen movimientos y generan fuerzas en tal proporción que la resistencia humana cede ante su potencia. Un choque, una caída, un machucamiento pueden ser fatales para la vida del trabajador y desencadenar siniestros o desastres, con sus consecuencias fatales.

La industria moderna requiere la presencia de transformadores de energía eléctrica o generadores de la misma; subestaciones de energía eléctrica; motores a explosión, bandas matrices, flechas, poleas, bandas secundarias, collarines, cadenas de transmisión, garruchas. En las máquinas existen diferentes piezas importantes en su mecánica, pero peligrosas para el trabajador: chumaceras, engranes, troqueles, pistones, palancas, rodillos. Las máquinas y piezas enumeradas representan posibles causas de riesgos profesionales.

Si las máquinas o máquinas herramientas en sí han venido a resolver el problema de la producción en serie afinando los sistemas de productividad y determinando costos de producción bajos para los artículos elaborados, no por eso dejan de representar peligro en latencia. Cuando carecen de las cubiertas necesarias, ponen en peligro la integridad física de los trabajadores y desequilibran economías empresariales.

Para que las máquinas y máquinas herramientas cumplan su cometido sin que representen peligro para la integridad física de los trabajadores, es necesario proveerlas de equipos de acondicionamiento. La instalación de éstos es indispensable, al través del aspecto colectivo de la seguridad industrial; es decir, los equipos de acondicionamiento sirven para proteger no sólo a los trabajadores que manejan las máquinas, sino en general a todas las personas ligadas directa o indirectamente al centro de trabajo, así como al capital invertido.

De acuerdo con el manual de Educación Obrera en la prevención de los Accidentes, publicado por la Oficina Internacional del trabajo, los requisitos generales que deben llenar los resguardos o cubiertas son las siguientes:

- a) Deben servir positivamente.
- b) Deben evitar todo acceso a la zona de peligro.
- c) No ocasionar molestias ni inconvenientes al trabajador.
- d) No interferir la producción.
- e) Funcionar automáticamente con el mínimo esfuerzo.
- f) Ser apropiadas para el trabajo y la máquina.
- g) Preferentemente formar parte de la máquina.
- h) Permitir el mantenimiento, lubricación y reparación de la máquina con facilidad.
- i) Durar en buenas condiciones, durante mucho tiempo.
- j) Ser resistente a los choques y golpes.
- k) Ser incombustible y resistente a la corrosión.
- l) No constituir por sí solas un riesgo.
- ll) Proteger en un campo amplio de acción.

Hagamos ahora una descripción de las partes peligrosas de toda maquinaria.

A) Bandas. Toda banda en movimiento representa un riesgo latente muy serio. En su vertiginosa carrera, puede provocar lesiones traumáticas desde una simple contusión, hasta arrancamientos de extremidades, estrangulamientos y choques traumáticos que provoquen la muerte. El peligro aumenta cuando el trabajador usa cintas, corbatas, adornos en el vestido o cabellos largos que pueden enredarse en la banda. El peligro no desaparece por el hecho de que el trabajador no se acerque a ella; si ésta se revienta, se convierte en proyectil que al caer puede provocar hasta la muerte. La necesidad de cubrir a las bandas es obvia.

Las cubiertas a las bandas varía de acuerdo con su dirección, su anchura y número de revoluciones por minuto.

Respecto a su dirección, cuando la banda es vertical u oblicua deberá rodearse con una protección de dos metros de altura a partir del piso. En el caso de bandas horizontales, la protección variará según sean terrestres o aéreas. En las primeras la protección deberá extenderse en todo su contorno en forma de U invertida; en las segundas, la protección deberá limitarse a su cara inferior.

Respecto a su anchura, que está subordinada a la velocidad, en tesis general debe aceptarse, que cuando el número de revoluciones de la banda es mayor de 80 metros por minuto o su anchura mayor de 25 milímetros, deberá estar recubierta.

Respecto al sitio de instalación, deben elegirse los menos transitados por los trabajadores; es decir, toda banda de transmisión deberá estar instalada fuera de pasillos, corredores o lugares de concurrencia humana.

B) Flechas de transmisión, pueden ser aéreas o terrestres, según el espacio que ocupen dentro del centro de trabajo. Las mismas consideraciones que se han hecho a propósito de la protección a las bandas deben hacerse en relación con las flechas: cuando son aéreas la protección deberá establecerse en la parte inferior; cuando son terrestres, la protección deberá tener la forma de U invertida. Las flechas terrestres representan peligro por lo tanto toda flecha de este tipo no debe estar situada en lugares o sitios de tránsito.

La instalación de maquinaria moderna ha restringido el uso de flechas de transmisión. Siendo medios de transmisión de energía, actualmente ésta llega a cada máquina, por cables subterráneos, a los motores de transformación que ya traen acopiados. Sin embargo, en nuestro medio industrial todavía podemos comprobar la existencia de flechas de transmisión con tendencia a desaparecer.

C) Poleas de transmisión. Son accesorios que están unidos a las máquinas que reciben la energía eléctrica transformada en movimiento o forma parte de las flechas transmisoras. Por lo general, las poleas pueden ser planas, cóncavas o convexas. Las peligrosas, en primer término, son las cóncavas, pues la introducción dentro de ellas de alguna extremidad libre pueden provocar riesgos sumamente graves.

Comúnmente todas las máquinas traen cubiertas sobre sus propias poleas, pero cuando no existen conviene entonces, que la protección de la banda se extienda a la polea correspondiente. Por lo que respecta a la polea de la flecha transmisora, donde recibe el impulso la banda de transmisión, queda cubierta con la protección de toda la flecha.

La maquinaria moderna requiere necesariamente la existencia de motores, ya sean generadores de energía eléctrica, o transformadores de las mismas. Haremos las siguientes consideraciones:

D) Motores. Miden su capacidad por caballos de fuerza que pueden ser fracciones de un caballo o extenderse hasta cientos de caballos. La maquinaria moderna trae acoplados los motores. La maquinaria antigua, transmite su energía por medio de flechas y bandas. Todo motor, ya sea generador de energía eléctrica o transformador de la misma, representa un peligro en potencia que es preciso eliminar por medio de cubiertas que, por regla general, deben ser barandales tubulares en todo su contorno. Cuando el motor es de gran potencia, conviene tenerlo totalmente aislado, en sitio fuera de tránsito normal del centro de trabajo.

E) Engranajes. Son piezas de las propias máquinas, que se encargan de transmitir o transformar la energía recibida. Todo engrane presupone la existencia de dos piezas en rotación convergente, cuyos dientes se yuxtaponen exactamente. La convergencia de los engranes representa riesgo para los trabajadores, precisamente en el sitio donde se efectúa: Lógico será establecer una protección que recubre totalmente este sitio para evitar machucamientos, cuyas consecuencias no es posible calcular.

F) Cables de energía eléctrica. Sirven para alimentar los motores de transformación ya sean aislados o acoplados con las propias máquinas; por regla general son de alta tensión y como tal, la corriente eléctrica que conducen representa riesgo para los trabajadores. De aquí la necesidad de que estos cables se encuentren totalmente aislados, de ser posible subterráneos y con salidas precisamente al nivel del sitio donde se alimenta al motor o a la propia maquinaria. En todo caso, el cable estará revestido de todos los elementos aislantes, y protegido por tubo conduit metálico, de polietileno o de P.V.C. especial para instalaciones ocultas.

G) Código Internacional de colores. Se ha establecido el Código Internacional de colores para indicar las partes peligrosas de la maquinaria, conductores, paredes, techos, departamentos, conductores del fluido. La aplicación de este Código de colores no es universal; y que en cada empresa tiene variantes, inclusive cada país tiene el suyo propio. Lo importante es que exista esta identificación a base de colores y que todos los trabajadores conozcan el significado de todos y cada uno de los elementos, por la nomenclatura de colores adoptada.

Mencionaremos algunos accesorios de seguridad que en algunos centros de trabajo es preciso instalar para evitar posibles riesgos profesionales, estos son:

- 1.- Espejos para vuelta ciega. Trátase de espejos de tamaño medio (0.50 por 0.60 metros) colocados en las paredes a una altura de 1.80 a 2.00 metros del piso en sitios donde el tránsito se efectúa angularmente, para poder distinguir a las personas que vienen en sentido contrario; así se evitan choques.
- 2.- Flechas de tránsito. Son necesarias para indicar la dirección del tránsito normal en pasillos, corredores y sitios de trabajo. Los requisitos que deben llenar se reducen a que sean visibles, pintándolas en color de contraste sobre la pared y a una altura de 1.80 a 2.00 metros del nivel del piso.
- 3.- Redes de contención. Son dispositivos de seguridad que se colocan abajo de andamios donde se efectúan trabajos incidentales a diferentes alturas, representados por redes cuyo objeto es el de evitar que caigan al suelo materias primas o herramientas que se empleen y no lesionen a elementos humanos que transiten o trabajen en el piso.
- 4.- Lubricación automática. Toda máquina debe ser lubricada cuando esté trabajando si tiene dispositivo automático de lubricación; de lo contrario, pretender lubricarla en movimiento es exponer a los trabajadores a riesgos seguros. Estos sistemas automáticos cuando es necesario implantarlos redundan en beneficio de mayor rendimiento del personal humano y en previsión de riesgos.
- 5.- Herramientas específicas. Es muy frecuente observar que indiferentemente se usan herramientas para trabajos específicos: desarmadores como palancas, pinzas como llaves de tuercas, cuchillos como punzones. Esta incidencia puede dar origen a riesgos y la causa estriba en no emplear las herramientas apropiadas que precisamente tienen una función. Así, pues, en todo local de trabajo deben existir herramientas propias para la labor que se desempeña y los anaqueles para guardarlas.
- 6.- Regaderas de emergencia. En los locales donde se manejan sustancias corrosivas (laboratorios, almacenes de productos químicos.) deberán instalarse regaderas, para que en caso de accidente, inmediatamente el agua impregne el cuerpo y la ropa del accidentado disminuyendo la intensidad del riesgo.



## 1.2.6 MANEJO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Cuando el consumo de electricidad es cuantioso, económicamente conveniente es, tanto para la empresa suministradora como para la fábrica, adquirir la energía eléctrica en alta tensión. La transformación se hace en una subestación que es generalmente propiedad de la fábrica. Esta se compone del equipo de medición de la compañía de luz y fuerza motriz, un interruptor de alta tensión que separa automáticamente la subestación al ocurrir algún desperfecto de consideración en la fábrica; uno o varios transformadores, y los interruptores de los circuitos de baja tensión. El voltaje de alimentación en los domicilios es de aproximadamente de 110 o 220 volts. Los voltajes iguales o inferiores a los indicados se consideran bajos. Los voltajes industriales superan con frecuencia los 440 volts, llegando a los más altos voltajes de transmisión. Estos voltajes serán considerados como altos.

El manejo de la corriente eléctrica puede ser motivo de accidentes que pueden extenderse desde un simple sacudimiento parcial o total del cuerpo por el paso de la energía eléctrica, hasta la muerte misma por electrocución. El elemento crítico en el choque eléctrico es el valor de la corriente eléctrica (amperes) que circula a través de la persona cuando ésta se sitúa en un circuito eléctrico. Una corriente tan reducida como 0.05 amperes puede ser origen de un choque mortal. Una piel humana seca ofrece cierta cantidad de protección, ya que su resistencia va de 100000 a 600000 ohms. La piel húmeda, sin embargo, es mucho menos resistente a la circulación de electricidad, pues su resistencia es de aproximadamente 1000 ohms.

Actualmente no se conocen enfermedades profesionales derivadas por el manejo de la corriente eléctrica. El riesgo está representado por las descargas que pueden recibir los trabajadores que manejan corriente eléctrica y que son accidentes del trabajo.

Independientemente del riesgo profesional directo, existe el peligro colectivo que puede presentarse en el caso de incendios por calentamiento de conductores y cortos circuitos en la instalación eléctrica, cuya magnitud es difícil prever.

La ley mexicana, por medio de Reglamentos de Obras e Instalaciones Eléctricas y de otras disposiciones, rige todas las instalaciones eléctricas, de manera que con apearse a sus ordenamientos se evitarán riesgos.

El reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, capítulo 66, fija ciertos requerimientos para el aislamiento en los aparatos eléctricos e indica la altura y la separación que deben guardar los conductores eléctricos no aislados para no presentar peligro a los usuarios.

Entre otras disposiciones, una de las más útiles e importantes son las conexiones a tierra de los armazones y tanques metálicos de los generadores, transformadores, motores. El reglamento dispone que todos los elementos metálicos, tales como soportes, bastidores, cajas, armazones, que no formen parte del circuito eléctrico, deben estar conectados a tierra, para dar protección humana

en caso de falla del aislamiento eléctrico de la maquinaria. Ya que la electricidad sigue el camino de menor resistencia. La protección contra corrientes eléctricas esporádicas puede lograrse fácilmente disponiendo un camino predeterminado y seguro para que dichas corrientes pasen a tierra. La tierra puede considerarse como capaz de absorber cualquier energía eléctrica esporádica. El uso de tal procedimiento se denomina aterrizaje o puesta a tierra, y sirve, cuando está debidamente instalada, para ofrecer un paso de baja resistencia a la tierra mediante lo cual los dispositivos protectores actuarán rápidamente, protegiendo a las personas contra los riesgos de choques peligrosos, ya que el voltaje hasta tierra de las partes del sistema de alambrado será limitado.

En general es preferible hacer la conexión a tierra utilizando sistemas de suministro de agua subterráneos metálicos. Si se dispone de más de uno de estos sistemas será preferible utilizar uno de ellos.

Puede no contarse con tal suministro de agua para fines de aterrizaje de los circuitos. Será necesario en este caso instalar un dispositivo que suministre la puesta a tierra necesaria. Para ello habrá que enterrar unos electrodos, profundizando hasta encontrar el nivel de humedad permanente del suelo. Si los electrodos tienen la forma de placas, cada una de ellas deberá tener por lo menos dos pie cuadrados de superficie. El grueso de las placas de cobre no deberá ser menor de 0.60 pulgadas y en el caso de hierro o acero, el mínimo será de media pulgada. En el caso de varillas o tubos, cuando éstos son utilizados como electrodos, el diámetro no deberá ser menor de media pulgada para hierro galvanizado o acero, o para otro metal no ferroso aprobado. Los tubos de hierro no galvanizado o de acero, utilizados como electrodos, deberán tener por lo menos tres cuartos de pulgada de diámetro. Las superficies de los electrodos deberán estar limpias antes de ser enterradas o hundidas en la tierra (libres de pintura, aceite u otro producto aislante).

La resistencia total del alambre de aterrizaje y su conexión a tierra no deberá exceder de tres ohm, en el caso de las conexiones a tubería de agua, o 25 cuando sean instaladas (enterradas o hundidas). Cuando resulta poco práctico tener una resistencia tan baja como 25 ohms, deberán utilizarse dos tierras separadas por lo menos 6 pies, (2 metros).

Pese a los medios con que se cuenta (por ejemplo, aislamientos y puesta a tierra) para impedir que la electricidad rebase límites y exponga a individuos a una posible electrocución, los métodos de control pueden fallar. A fin de optimizar la protección en contra de choques eléctricos, se usa un interruptor sin conexión a tierra (GFI) o interruptor de circuito sin conexión a tierra.

El GFI es un interruptor de energía de reacción rápida hipersensible que en pocos milisegundos desconecta el circuito cuando detecta que hay una fuga de corriente a tierra.

Para evitar los posibles riesgos profesionales derivados del manejo de corrientes eléctricas, todo centro industrial que la necesite deberá llenar los siguientes requisitos, con especial cuidado, cuando se trate de corrientes de baja tensión:

I.- Poseer estación y subestación eléctricas totalmente aisladas del resto de la fábrica, a las cuales no se permita el acceso a ninguna persona, salvo personal seleccionado y sólo para mantenimiento y reparaciones.

II.- Todos los interruptores, lámparas eléctricas, cables de conducción, encendedores y apagadores deberán estar completamente cubiertos y en buen estado de funcionamiento, con prohibición terminante de ser manejados por personal ajeno a los trabajadores electricistas especializados.

III.- Los cables conductores de energía eléctrica deberán ser subterráneos o aéreos, en zonas donde realmente no sea factible el acceso para los trabajadores. En caso elegible deberán preferirse cables subterráneos, ya que los aéreos, cuando llegan a reventar, representan chichos de daños sumamente graves.

IV.- Todo elemento metálico que no forme parte de un circuito eléctrico debe estar conectado a tierra para dar protección en caso de ruptura del aislamiento eléctrico.

V.- Los interruptores de los tableros de las estaciones y subestaciones eléctricas deberán ser automáticos: es decir, cuando hay alguna anomalía eléctrica por alguna circunstancia interna o externa, deberán desconectarse del circuito correspondiente, en forma automática.

VI.- Los aparatos y lámparas de luz eléctrica de los sitios donde se manejan sustancias fácilmente combustibles o inflamables, deberán ser a prueba de explosión.

VII.- El piso de las estaciones eléctricas deberán ser de material aislante, principalmente de madera, cuando esta condición no se satisfaga completamente, entonces deberán usarse tarimas de madera que carezcan de clavos, colocados inmediatamente debajo del tablero para que sobre ellas permanezcan de pie los electricistas durante su trabajo. También se pueden usar tapetes de hule grueso, permanentemente secos.

Por lo que respecta a la protección personal de los electricista puede reducirse en la siguiente forma:

- a) Trabajar en buenas condiciones de salud física, incluyendo buenas condiciones mentales y psicológicas.
- b) Usar gafas y zapatos con suela de hule, sin clavos.
- c) Usar guantes de hule impermeables e íntegros, sin roturas, en toda su superficie. Deben extenderse arriba de la muñeca.
- d) Usar herramientas cuyos mangos o puntos de sostén sean a base de material mal conductor de la electricidad.
- e) Poseer cinturón para herramientas que llevarán consigo al emprender el trabajo.
- f) Evitar el trabajo en lugares húmedos o cuando esté lloviendo. Desempeñarlo sólo en emergencias graves.
- g) No ingerir bebidas alcohólicas durante su trabajo.

Relacionado con el manejo industrial de la electricidad, ligamos el estudio de los pararrayos, ya que aunque no se trata de energía eléctrica que tenga aplicación directa en la industria, el rayo es una chispa eléctrica de enorme potencial que puede provocar electrocuciones entre los trabajadores, incendios y catástrofes en los centros de trabajo.

Los pararrayos son dispositivos mecánicos provistos de puntas y enjaulados metálicos con amplias conexiones al suelo, para evitar descargas eléctricas atmosféricas.

La teoría de las descargas eléctricas atmosféricas se explica porque en las nubes principalmente en los cúmulos, existe electricidad negativa en la parte inferior en un 90%, con un pequeño núcleo de carga positiva. La parte central de la nube también tiene carga negativa y la parte superior carga positiva.

En caso de tormenta, sobre el área de la tierra correspondiente a la nube electrizada, se acumula electricidad de la nube; al aumentar en ésta aumenta en la tierra y como son de signos contrarios, se atraen, acabando por descargarse en la nube, primero por un rayo piloto con ramales, el que provocará en la tierra la formación de un gran campo electromagnético, el cual originará que de la tierra parta un segundo rayo piloto secundario al encuentro del original descendente.

Este segundo rayo piloto es positivo y establece contacto con el negativo de la nube a una altura de 15 a 50 metros. Su encuentro cierra el circuito eléctrico entre la tierra y nube. De la tierra fluye una gran cantidad de electricidad positiva para neutralizar la carga de la nube acompañada de emisión de luz, o sea, el relámpago.

Puede suceder que se presenten descargas continuas no perceptibles después de la descarga principal, lo cual es altamente beneficioso porque la nube queda totalmente descargada.

Las descargas eléctricas son más frecuentes en las partes elevadas, de acuerdo con el principio que la electricidad se escapa por las puntas, siendo más probable que la descarga se efectúe en un lugar elevado que uno bajo. Los efectos del rayo son:

- a) Térmicos con el desprendimiento de calor que pueden originar incendios.
- b) Dinámicos por el campo magnético que se forma y por la onda de presión acumulada.
- c) Luminosos por el relámpago al que se produce en el choque eléctrico.
- d) Acústicos por el sonido, producto de la explosión al presentarse la descarga.
- e) Químicos, o sea, la descomposición del aire con la formación de ozono.

La industria moderna requiere grandes edificios, muchos de ellos provistos con terminaciones metálicas en azoteas, esta condición favorece las descargas eléctricas, las que se multiplican cuando existen al descubierto y en forma aislada estructuras metálicas, tinacos, techumbres metálicas o terminaciones de soportes de elevadores.

## 1.2.7 MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Dentro de la seguridad industrial, la prevención contra incendios es de suma importancia. La ley Federal del trabajo ha establecido la obligación moral y material de los trabajadores para que, en forma gratuita, ayuden a sofocar un incendio declarado en el propio centro de trabajo o en los circunvecinos, cuando amenaza la propagación hacia su propio centro industrial.

Quizá en forma más general, la inspección de los riesgos de incendio y la preparación para el control de los incendios sea responsabilidad del gerente de seguridad. En plantas u otros lugares de trabajo donde laboran menos de 2000 personas, el gerente de seguridad tiene la posibilidad de desempeñar esa función. En lugares con 2000 a 5000 empleados, se recomienda contar con un asistente del director de seguridad, particularmente a cargo de las acciones de prevención de incendios y que dedique también algo de tiempo a otras relativas a la seguridad. En organizaciones con más de 5000 empleados, se recomienda contar con una persona de tiempo completo unida con el personal de seguridad que se haga responsable de la actividad de control de incendios. Esta persona debe sugerir el equipo contra incendio necesario y organizar y capacitar brigadas apagafuegos, quizá de siete personas por cada 1000 empleados que tenga la compañía.

La seguridad en contra y la prevención de incendios necesita que la instalación, sus operaciones, procedimientos, estructuras y equipo estén diseñados y reciban mantenimiento de manera que no representen causas de o sean auxiliares de combustión e incluyan medidas para que el personal pueda abandonar las instalaciones con facilidad y seguridad en el caso que ocurra un incendio (puertas, escaleras,).

En todo centro industrial se manejan sustancias que pueden ser incombustibles, combustibles, inflamables y explosivos. Esta clasificación sirve para establecer las causas más frecuentes de los incendios.

Cuando una partícula en ignición ha caído precisamente sobre las sustancias combustibles, inflamables o explosivas almacenadas en el centro de trabajo, el siniestro se declara y las consecuencias pueden llegar a ser catastróficas. Los más espectaculares y de consecuencias económicas desastrosas son los incendios de los pozos petroleros; y si se encuentran en el mar el desastre se agrava con el cambio ecológico marino.

La causa de todo incendio puede resumirse en la combustión de materias primas o productos elaborados. Esta combustión puede ser originada por los siguientes factores:

- A) Corto circuito eléctrico.
- B) Colillas de cigarro y cerillas en ignición, abandonadas en el centro de trabajo.
- C) Chispas de fuego de los hogares de combustión.
- D) Explosión por falta de cuidado en el manejo de sustancias explosivas.

E) Corriente eléctrica estática.

F) Chispas de herramientas o de materiales metálicos por choques, en presencia de materiales de combustibles.

La clasificación que se ha hecho de los materiales incombustibles, combustibles, inflamables y explosivos, nos permite empezar a conocer los procedimientos elementales para evitar incendios, de acuerdo con el manejo apropiado de estos materiales. Pasamos a efectuar una revisión general de estos elementos:

A) Materiales incombustibles; son aquellas que no se reducen a cenizas bajo la acción del fuego: podrán sobrecalentarse, llegar a temperaturas demasiado elevada, sufrir procesos de transformación, menos su reducción a cenizas. En un incendio, excepcionalmente se puede alcanzar esta temperatura, no porque el fuego se limite a temperaturas bajas, sino porque la combustión de los otros materiales ha sido muy rápida. Los metales, vidrio, sales minerales, asbesto, materiales de construcción, son ejemplos de sustancias incombustibles.

B) Materiales combustibles; Son aquellas susceptibles de reducirse a cenizas por la acción del fuego. Desprenden vapores que favorecen su combustión arriba de 93 grados centígrados.

C) Materiales inflamables. Son aquellas que aparte de sufrir ignición a una temperatura inferior de 93 grados centígrados levantan flamas que pueden incendiar a otras sustancias combustibles. Entre ellas tenemos el alcohol, resinas, grasas, celulosa, gasolina, nafta, petróleo y todos sus derivados, cloroforno, éter, algodón, papel, lana, seda, yute, madera. Cuando se maneja alguno de estos productos la prohibición de fumar y encender cerillas, será absoluta y la instalación de hogares de ignición, manejo de cautines o de equipos de soldadura eléctrica, se hará lejos, no sólo del almacén o bodegas de estos productos, sino de los propios centros de trabajo donde se manejan directamente.

A este respecto, el manejo de la celulosa, que representa sustancia inflamable, requiere que los almacenes, bodegas o cuartos donde se revisen artículos hechos de este material estén recubiertos, interiormente y en todo su perímetro, por material incombustible, representado principalmente por el asbesto para que, en caso de incendio, no cunda a todos los demás departamentos del mismo centro industrial.

D) Materiales explosivos; Son aquellos que aparte de ser combustibles o inflamables sufren una combustión rápida, generan una fuerza-capaz de destruir todos lo elementos que las rodean a una velocidad instantánea que se calcula en 96 kilómetros por minuto. En ellas se presenta el fenómeno

fisicoquímico de la dispersión de los átomos. La Pólvora, la dinamita, la nitroglicerina, los depósitos de gasolina. Son sustancias explosivas o que pueden convertirse en explosivos.

Para que una sustancia sea explosiva e necesita que sea inflamable; para que sea inflamable, que sea combustible; para que sea combustible, que desprenda gases o vapores de esta naturaleza. El caso típico lo tenemos en la gasolina que es la causa principal de muchas explosiones en la industria.

En todo incendio existe desprendimiento de humo que cuando es blanco o gris pálido es indicio que los combustibles están consumiéndose libremente, con suficiente oxígeno y franco desprendimiento de los vapores de los mismos combustibles que propician el fuego; cuando es negro o gris oscuro es manifestación de combustión incompleta por falta de oxígeno o difícil desprendimiento de los vapores; y cuando es de color amarillo, rojo, violeta o verde se debe interpretar en el sentido de responsabilidad personal puede provocar verdaderas catástrofes.

Para evitar incendios, no sólo deben dictarse medidas de carácter personal para que las cumplan los trabajadores; también deben establecerse equipos y acondicionamiento de los locales de trabajo, llegando a emplearse materiales incombustibles en su construcción.

Declarado un incendio deberá ser combatido por medio de sistemas de acuerdo con su naturaleza.

Los incendios pueden clasificarse en:

- 1.- Fuego clase A; es aquel en el cual la combustión intensa de materiales es a base de celulosa: papel, algodón, trapos, madera, películas, combustión de origen animal: lana, seda, plumas, pelo.
- 2.- Fuego clase B; en esta clase de fuego, la combustión de líquidos y sólidos que normalmente desprenden grandes cantidades de vapores o gases que son inflamables o explosivos: grasas, aceites, petróleo y todos sus derivados, pinturas, resinas, pólvora, dinamita, gas pobre, gas butano y toda la gama de productos químicos de transformación o de elaboración.
- 3.- Fuego clase C; en el la combustión a base de corto circuito o corriente eléctrica estática en presencia de polvos explosivos, motores, maniobras de estiba, choque de cuerpos con electricidad estática, conducción de materiales inflamables y explosivos.
- 4.- Fuego clase D; en el aparece la presencia de metales combustibles en ignición como son el titanio, el magnesio, el litio. A propósito del litio, su fusión a muy elevadas temperaturas. En presencia del hidrógeno, producen nuevos átomos con desprendimiento de gran energía.

Ante todo, cualquiera que sea la causa, deberá interrumpirse la llegada de energía eléctrica al centro de trabajo incendiado, porque si se emplea agua como principal elemento anticombustible se pueden establecer cortos circuitos o provocar electrocuciones entre los elementos dedicados a la sofocación.

La extinción de los incendios se puede hacer por tres métodos que son:

A) Con agua a presión; el uso del agua a presión es el método más generalizado para extinguir incendios. Deberá existir ésta en cantidad suficiente, almacenada en depósitos subterráneos o aéreos de naturaleza impermeable, provistos de bombas centrífugas para que el agua pueda ser distribuida a presión, en las áreas incendiadas.

Los tubos conductores del agua para incendios que no necesita ser potable, deberán estar pintados en color rojo, porque este tono ha sido elegido como símbolo de todo lo que se relaciona con el fuego. En algunos lugares podrán instalarse barricadas con capacidad de 200 litros llenos de agua, provistas de un porta cubetas con baldes de forma cónica para que no se dediquen a ninguna otra función. Deberán existir mangueras cuya longitud debe ser proporcional a las posibilidades de extensión del incendio, enrolladas y fácilmente adaptables a las tuberías, a fin de que rápidamente sea posible su funcionamiento.

El agua a presión para combatir incendios puede usarse en edificios dedicados a fábricas, almacenes, oficinas o casas habitación. Donde no deberá usarse el agua será en fábricas o almacenes de líquidos inflamables como son las resinas, petróleo y sus derivados; donde se fabriquen pinturas y almacenen grasas. Esta prohibición se deriva del hecho que en lugar de sofocarlo se extenderá más.

Cuando se trate de gases conducidos por tuberías, lo primero y quizás lo único que deberá hacerse es cortar dicho gas y aislar mediante dispositivos mecánicos el área del incendio.

B) Con extinguidores químicos; son aquellos que se van a usar a base de sustancias químicas ya formadas o que se forman en el momento de su uso, con la cualidad de evitar las combustiones. Por regla general, estas sustancias químicas están contenidas en recipientes o aparatos que arrojan en sitio del siniestro o se hacen funcionar por medio de inversión de los mismos. Al través de dispositivos especiales se escapa la sustancia química anticombustible. Los extinguidores químicos que más se usan son los siguientes:

a) Extinguidores de espuma. Están hechos a base de una mezcla de sulfato de aluminio con bicarbonato de sodio y un agente viscoso y espumante. Estas sustancias se encuentran en depósitos distintos que se mezclan en el momento de su uso, todo contenido dentro de un aparato de forma cilíndrica o piramidal cónica. Por medio de presión automática, aparecida con la inversión del aparato o su proyección brusca en el suelo, las sustancias salen de sus depósitos individuales, bajo forma de chorro, mezclándose íntimamente evitando la combustión de los elementos combustibles. Deberá usarse en incendios provocados por lana, seda, algodón, papel, madera y donde sea necesario humedecer el material combustible, cortando, desde luego, la corriente.



b) Extinguidores de tetracloruro de carbono. Son recipientes de cristal de forma ovoide o esférica, provistos de asa o sin ella; también existen aparatos inyectoros que proyectan el líquido a presión. Los recipientes de cristal se arrojan hacia las zonas de incendio. El tetracloruro de carbono evita la combustión principalmente de grasas, líquidos inflamables. Su uso debe ser para este tipo de incendios y a los originados en equipo eléctrico. Su uso es limitado por los vapores que se desprenden, que son tóxicos.

c) Extinguidores de bióxido de carbono. De recipiente semejante a los anteriores, están basados en el principio de que este gas en solución acuosa evita la combustión. El bióxido de carbono tiene las mismas indicaciones que el tetracloruro de carbono.

d) Extinguidores a base de sosa y ácido. Como los primeros, trátase de aparatos que contienen dos depósitos distintos; en uno se encuentra bicarbonato de sodio y en otro ácido sulfúrico. A su inversión o a su caída brusca en el suelo, las dos sustancias se mezclan y se proyectan hacia el exterior para caer en las zonas de fuego. Su uso está principalmente indicado en la combustión de grasas y líquidos inflamables.

C) Equipos y materiales mecánicos auxiliares de incendio debemos recordar los siguientes:

a) Pantallas metálicas. Son hojas metálicas, forradas de asbesto, fácilmente transportables por sistema de carretillas, para ser colocadas rápidamente alrededor de los focos de incendio, evitando su propagación. Las pantallas pueden poseer mirillas movibles para que al través de ellas se pueda combatir el incendio.

b) Hachas. Instrumentos cortocontundentes colocados en vitrinas. Las hachas están destinadas exclusivamente para combatir incendios, no debiéndose dedicarlas a otros menesteres. Las hachas sirven para abrir puertas y ventanas que faciliten las obras de salvamento.

c) Palas, carretillas y depósitos de arena. Dedicados exclusivamente para la función de equipos auxiliares contra incendios deben existir estos elementos, a fin de proyectar rápidamente la arena incombustible sobre las zonas de fuego.

d) Escaleras. Mecánicamente enchufadas pudiendo, en un momento dado triplicar o cuadruplicar su tamaño; se emplean para facilitar las maniobras de salvamento.

e) Equipos de transportación. Se entiende bajo este rubro, todos los vehículos específicamente contruidos para transportar hombres, equipos, accesorios y tanques de agua hacia los sitios de incendio.

- f) Cobertores y mantas incombustibles. A base de asbesto, lana o algodón grueso, sirven para envolver a los abrasados, a fin de evitar la combustión de sus ropas. Cuanto más rápido se envuelvan menos peligro de graves quemaduras.
- g) Aviones anticombustibles con grandes depósitos de agua para dejarla caer en grandes áreas.

Actualmente se usa un dispositivo contra incendios que consiste en un sistema eléctrico colocado en el techo de los almacenes de materias primas combustibles recubierto por una delgada película o provistos de un fusible metálico de fácil fusión. Cuando se inicia el incendio las llamas o simplemente el calor, destruyen la película o funden el fusible y se establece la corriente eléctrica que hace sonar un timbre colocado a distancia. el repicar del timbre avisa dónde se encuentra el foco inicial, fácilmente combatible. en algunas ocasiones el mismo sistema hace desprender agua sobre el foco inicial, sin dejar de tocar el timbre. El agua puede llegar también por sistema de inundación.

Cuando el centro industrial maneja sustancias fácilmente combustibles, las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene o el departamento de seguridad deberán adiestrar brigadas expertas de trabajadores contra incendios.

El incendio de una fábrica no sólo pone en peligro los intereses económicos personales de una empresa, también pone en peligro la fuente de trabajo de muchos trabajadores y los intereses económicos del país. Más aún, no es posible prever rápidamente el área de incendio y los perjuicios económicos y de integridad en la salud o en la vida de los factores humanos amenazados. Todos los medios de que se disponga para combatir y más que todo para prevenir los incendios nunca serán redundantes, dada la trascendencia de este tipo de siniestros.

Actualmente las brigadas contra incendios están provistas de trajes de rescate a base de asbesto y fibra de vidrio, todo aluminizado, provisto de escafandra con pantalla visual de cristal de alta fusión y mascarilla de aspiración con tanque de aire comprimido que es lleva a la espalda, que garantiza la respiración del rescatador durante 15 a 20 minutos. Su uso está limitado a rescatar personas gaseadas con pérdida del conocimiento en zonas rodeadas por el fuego, las que al ser localizadas se les puede arrastrar envueltas en mantas incombustibles haciendo la maniobra de cangrejo, o sea, al nivel del suelo cogidos por los salvadores, moviéndolos lentamente para alejarlos de las zonas de peligro.

La selección física y mental hecha, hace que nuestros bomberos adquieran espíritu de sacrificio en cuerpos atléticos. Los entrenamientos son diarios sobre todo para que los que se inician en este importante servicio social. Se les enseña todos los sistemas para apagar fuegos, usar los equipos de transporte ya sea de agua o de otros elementos.

El equipo personal que usan nuestros bomberos está formado por casco de baquelita, impermeable de hule forrado de lana, botas altas de hule, reversibles en la boca para reducir su tamaño a la mitad, guantes de asbesto, y cinturón ancho con aditamentos para poder colocar algunas herramientas. El peso normal de este equipo varía entre 5 y 6 kilos; es decir, de 3 a 3.5 kilos más que la ropa de calle de un hombre que usa zapatos y pantalón chaleco y saco de vestir.

El entrenamiento procura que la salida del convoy de bomberos para combatir un incendio debe hacerse de 30 a 40 segundos como máximo, tiempo que se cuenta desde los sitios de descanso hasta el arranque de la puerta principal de la estación.

Las mangueras que transportan son tramos de 10 a 15 metros con conexiones hembra y macho para hacer una del tamaño que es necesite. Cada tramo pesa alrededor de 15 kilos y resisten la presión de 800 libras.

Todas las unidades móviles llevan los implementos necesarios para ser usados según convenga. El cuerpo de bomberos cuenta con escaleras móviles sobre su propia máquina que alcanza una altura de 15 pisos, la que lleva acoplada manguera extensible para la proyección de agua hasta esa altura. La escalera está hecha de aluminio muy resistente.

En nuestra ciudad de México existe una central y seis estaciones sucursales con personal suficiente, para evitar posibles conflagraciones o siniestros que pueden degenerar en catástrofes de diferente magnitud. Cuando por desgracia se presentan en el Distrito Federal, o en Municipios aledaños o al revés, hay concentración de todos para apagar el siniestro.

\* La información recabada para la elaboración de este capítulo fue obtenida de las siguientes fuentes:

- a) Manual de bienvenida a los alumnos de la E.N.E.P. Aragón 1995.
- b) La Seguridad Industrial, Grimaldi y Simonds, Edit. Alfaomega.
- c) Higiene y Seguridad Industrial, Humberto Lazo Cerna.
- d) Plan de estudios de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, U.N.A.M.
- e) Seguridad e Higiene Profesional, José María de la Poza, Edit. Paraninfo.
- f) Seguridad Industrial, Albert Kuhiman, Edit. A.C. Madrid.
- g) Manual de Seguridad Industrial, William Handles, Mc Graw Hill.
- h) Seguridad Industrial: Administración y Método, D. Keith. Denton. Edit. Mc Graw Hill.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## **CAPITULO II**

# **CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS**

## **Introducción**

La invención de las maquinas herramientas ha sido de gran utilidad para el hombre, para su desarrollo cultural y para aminorar la dificultad del trabajo. En un principio se diseñaron las maquinas para que el trabajo fuera mas sencillo y menos pesado. En la actualidad las maquinas herramientas nos proporcionan precisión, exactitud, menor tiempo de uso de maquina, producción de piezas en serie y la elaboración de piezas muy difíciles de manufacturar, que manualmente serian prácticamente imposibles de realizar.

En este capitulo veremos algunas clasificaciones de las maquinas herramientas, ya sea por el tipo de corte, el tipo de movimiento de corte o por la producción o no de viruta.

Analizaremos algunas maquinas herramientas como las que se encuentran en los talleres de Diseño y Manufactura, mencionando algunos otros tipos que existen de estas, así como también, veremos sus partes principales, herramientas de corte , operaciones básicas que se pueden realizar y algunos puntos de seguridad que se deben cumplir en el uso de cada una de estas maquinas para evitar accidentes.

## II.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.

De acuerdo con la norma UNE 15010 se entiende por máquinas-herramientas, todas aquellas que, dotadas de herramientas, están concebidas y construidas para reemplazar el trabajo del artesano, y esta denominación se emplea específicamente a las máquinas empleadas para trabajar materiales sólidos, en particular los metales y las maderas. Las máquinas-herramientas que describiremos a continuación pertenecen al grupo en el que se emplean para dar forma ó mecanizar piezas de materiales sólidos por el procedimiento de arranque de material en forma de viruta.

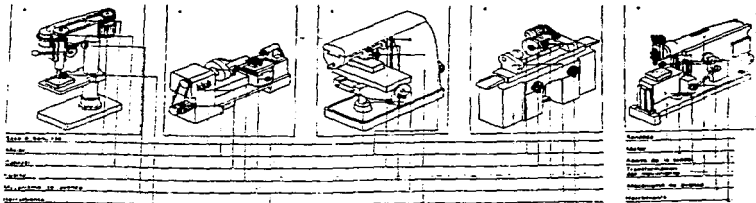
La industria de las máquinas-herramientas se divide en varias categorías diferentes, como son el taller mecánico en general, el de herramientas y el de producción.

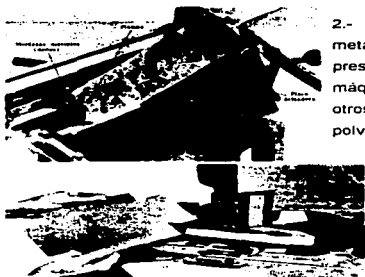
Las máquinas-herramientas se pueden clasificar en grandes grupos dependiendo sus características, a continuación presentamos tres tipos de clasificación:

- A) Según S.F. Krar y J.W. Oswald en su libro Entrenamiento en el taller mecánico.
- B) Por el tipo de corte que realizan.
- C) Por el tipo de movimiento de corte.

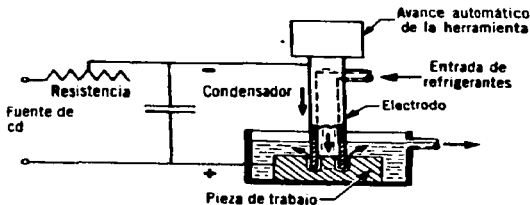
A) Según S.F. Krar y J.W. Oswald.

1.- Máquinas que producen virutas, dan forma al metal, y lo elaboran al tamaño y forma deseados, recortando las secciones no deseadas. Por lo general, estas máquinas alteran la forma de los productos de acero producidos por fundición, forja o rolado en un taller siderúrgico (torno, cepillo, fresa, sierras para cortar metales, rectificadoras, taladro).

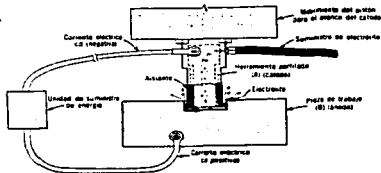
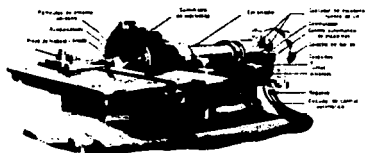




2.- Máquinas que no producen virutas, forman el metal, hasta llevarlo al tamaño y forma deseados, por presión, estirado o cizallamiento. A menudo, estas máquinas alteran la forma de placas de acero, o de otros productos metálicos y materiales granulares o en polvo (cizalla, dobladora).



3.- Máquinas de la nueva generación, se desarrollaron para realizar operaciones que serían muy difíciles, si no imposibles, de efectuar en las máquinas tradicionales, sean o no con producción de virutas. Las máquinas de electrodeposición y electroquímica, por ejemplo, emplean la energía eléctrica o la química para llevar al metal a la forma y tamaño deseados.



**B) Por el tipo de corte que realizan.**

**1.- Monofilo.** En esta clasificación se considera el tipo de corte que realiza la máquina, el cual es de una carrera y solo de frente, con el avance del cortador para lo cual las máquinas que hacen este tipo de corte son: torno mecánico y cepilladora.

**2.- Multifilo.** En este caso la herramienta cortante es multifilo y con ayuda de la máquina la cual hace girar a la herramienta cortante en toda la superficie del material a trabajar, algunos ejemplos son: taladradora, rectificadora, fresadora.

**C) Por el tipo de movimiento de corte.**

**1.- Máquinas en las que el movimiento de corte es circular continuo.** Estas se subdividen en:

a) Máquinas en las que el movimiento de corte lo posee la pieza y el avance de la herramienta (por ejemplo, torno).

b) Máquinas en las que el movimiento de corte y el movimiento de avance pueden proporcionarlo la pieza o la propia herramienta (por ejemplo, el taladro, la fresadora).

**2.- Máquinas en las que el movimiento de corte es rectilíneo alternativo.** Estas se clasifican a su vez en dos grupos:

a) Máquinas en las que la herramienta posee el movimiento de corte y la pieza el movimiento de avance (por ejemplo, la taladradora).

b) Máquinas en las que la pieza posee el movimiento de corte y la herramienta el movimiento de avance (por ejemplo, la cepilladora).



## II.2 MAQUINAS HERRAMIENTAS Y SUS PRINCIPALES PUNTOS DE SEGURIDAD

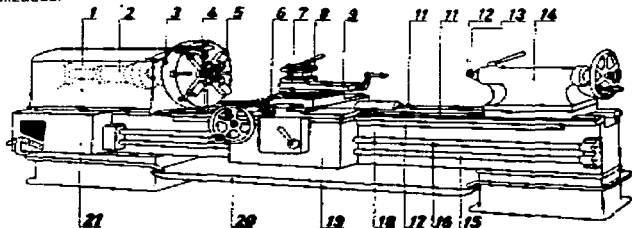
### II.2.1 TORNO

La máquina herramienta más versátil en un taller mecánico moderno, es el torno provisto de un mecanismo para el tallado de roscas. Su antecesor más antiguo es la rueda de alfarero, la cual se remonta tan atrás en la historia como hacia el año 4000 a. C. Dando vueltas a la rueda de alfarero sobre su lado, los antiguos obtuvieron el primer torno horizontal, al cuál siguió el torno de pértiga que podía funcionar con una cuerda y un pedal.

El creador del torno moderno fue Henry Maudsley, mecánico inglés, combinó después el carro móvil con un tornillo de avance por medio de engranajes; esta combinación permitió a Maudsley el tallado de roscas de 16 a 100 hilos por pulgadas. Esto tuvo lugar a principios del siglo XIX y hizo del torno la máquina más importante en la revolución industrial, ya que, sin ella, la máquina de vapor de James Watt no se habría podido construir jamás; debido a que con el torno se mecanizaron las piezas de dicha máquina, recibió el nombre de torno de máquinas.

La finalidad principal del torno es quitar material haciendo girar la pieza contra una herramienta de corte; esta herramienta lo mismo puede moverse a lo largo de la pieza que a través de ella. En el torno pueden mecanizarse superficies exteriores o interiores; la superficie torneada resultante puede ser de forma cilíndrica, o cónica. De la operación de refrentar resulta una superficie plana.

El torno puede utilizarse también para taladrar, escariar, mandrilar, roscar, y muchas operaciones especializadas.



## **A) TIPOS DE TORNOS MECÁNICOS**

### **TORNO DE BANCO**

Es un torno pequeño que se monta en un banco o un gabinete metálico. Los tornos de banco suelen ser pequeños y se utilizan para maquinados ligeros en piezas de trabajo pequeñas.

### **TORNO RÁPIDO**

Se puede montar en un banco o en un gabinete, se caracteriza por la rapidez de preparación y cambio de la pieza de trabajo, facilidad de operación y poco mantenimiento. Los tornos rápidos se utilizan para maquinado ligero, torneado, pulimento y acabado en piezas pequeñas y de precisión.

### **TORNO PARA TALLER MECÁNICO**

Esta equipado con aditamentos y accesorios especiales que permiten efectuar una serie de operaciones de precisión. Por lo general, se utiliza para producir herramientas y calibradores que se emplean en el trabajo de producción de troqueles y herramientas.

### **TORNO DE ESCOTE (BANCADA PARTIDA)**

Tiene una sección de la bancada, debajo del plato que se puede desmontar, para aumentar el diámetro máximo del trabajo que se puede voltear.

## **B) PARTES PRINCIPALES DEL TORNO**

Las cinco partes principales de un torno son: la bancada, el cabezal, el contrapunto, el carro, el mecanismo de avance y el mecanismo para tallar roscas.

**BANCADA.** A la bancada se le considera a menudo como la espina dorsal del torno. La precisión del torno depende principalmente de la rigidez, alineación perfecta y mecanizado correcto de la bancada. Es una pieza fundida muy robusta, con traviesas que le ayudan a resistir los esfuerzos provenientes de las fuertes pasadas y de los burdos avances. La superficie superior es mecanizada para formar guías en V invertida y planas; las guías en V son cuidadosamente rasqueteadas para proporcionar una alineación precisa al cabezal, contracabezal y carro.

**CABEZAL.** El cabezal va fijado sólidamente sobre las guías interiores en el extremo izquierdo de la bancada. Posee cojinetes en cada extremo para apoyo del husillo: éste es hueco para permitir el paso de barras o dispositivos de sujeción de la pieza, y, por uno de sus extremos, es cónico interiormente, por lo general Morse, para que pueda ajustarse en él un punto de centro. La parte exterior de este extremo, a veces llamada pínola, puede ser roscada, o bien, cónica con chaveta para fijar los platos de mordazas y frontales. En el extremo opuesto del husillo va montada una pequeña rueda dentada, o piñón, para transmitir el movimiento, a través de un tren de engranajes, al mecanismo de cilindrar y de roscar. El husillo también sostiene el cono de poleas que gira libremente en tanto no está acoplado a la rueda dentada de arrastre mediante un pasador de fijación.

El cabezal de un torno accionado con poleas contiene también las ruedas de cambio que permiten la reducción de la velocidad del husillo, lo que hace falta para pasadas profundas y piezas grandes.

El cabezal de un torno accionado por engranajes comporta todas las ruedas dentadas y el mecanismo de cambio por engranajes necesario para obtener las diversas velocidades del husillo.

**CONTRACABEZAL.** El contracabezal se halla situado en el torno hacia el extremo opuesto al del cabezal. La base del contracabezal tiene la forma adecuada para su ajuste a las guías de la bancada; la parte superior del mismo es ajustable y puede situarse junto al operario o más o menos apartada de él, lo que permite alinear el contracabezal con el cabezal según el grado de precisión necesario, y, además, torneá conos inclinando el contrapunto respecto a la línea de centros. El husillo del contracabezal tiene en un extremo el agujero apropiado para alojar el contrapunto, pudiendo ajustarse mediante un volante. El contracabezal sirve principalmente para sostener la pieza, pero también puede sujetar mandriles, brocas, escariadores y terrajas.

**CARRO.** Los órganos de mando del movimiento de la herramienta de corte de corte se hallan contenidos dentro del carro, el cual está compuesto de dos partes: el carro propiamente dicho y el delantal.

El carro propiamente dicho desliza sobre las guías entre el cabezal y el contracabezal y sostiene el carrillo transversal, el soporte orientable y el portaherramientas, así como el sistema de avance transversal y el tornillo correspondiente.

El carro transversal se mueve perpendicularmente al eje del torno en forma manual, girando la manivela de avance transversal o embragando la palanca de avance transversal automático. El soporte orientable (carro auxiliar) va montado sobre el carro transversal y puede ser girado a cualquier ángulo horizontal respecto al eje del torno para maquinar biseles y conos. El carro auxiliar sólo puede moverse manualmente girando la manivela de tornillo para su avance. El buril o herramienta cortante se sujeta en el portaherramientas que está situado sobre el carro auxiliar.

El delantal es la parte del carro que da hacia el operador. Contiene a los engranes y los embragues de avance que transmiten el movimiento del tornillo de avance al carro longitudinal y transversal. Sujeto al delantal se tiene también el reloj para corte de roscas, el cual indica el momento exacto en el que deben embragarse las medias tuercas al estar cortando roscas. La palanca de las medias tuercas se usa únicamente para cortar roscas. El carro entero puede moverse a lo largo de la bancada del tono en forma manual, dando vueltas a la manivela, o en forma automática, embragando los controles de avance automático en el delantal. Una vez en posición, puede fijarse el carro a la bancada apretando el tornillo de fijación correspondiente.

#### MECANISMO DE AVANCE.

La fuerza que da movimiento al carrillo transversal al carro es transmitida desde el husillo y su rueda dentada a través de un tren de engranajes hasta la barra de avance o de cilindrar, la cual se extiende a lo largo del frente de la bancada del torno; esta barra no está roscada pero puede identificarse por el chavetero practicado en toda su longitud. Este tipo de torno tiene también una barra roscada que asimismo se extiende a lo largo del frente de la bancada, precisamente encima de la barra de cilindrar; se trata de la barra de roscar. En algunos tornos esta barra de roscar tiene también un chavetero por toda su longitud, lo que le permite actuar, además, como barra de cilindrar. El movimiento es transmitido a lo largo de la barra de avance y, por medio de un juego de engranajes existente en el delantal, es transmitido a su vez a la cremallera unida a la parte frontal de la bancada. Apretando una manivela dispuesta en el lado exterior del delantal, se pone en acción un acoplamiento de fricción y el movimiento es transmitido al carro; asimismo, apretando una manivela similar también dispuesta en el frente del delantal, puede ponerse en movimiento el avance transversal. La dirección del avance puede invertirse o neutralizarse moviendo la palanca de cambio de avance existente en la parte anterior del delantal.

## MECANISMO DE TALLADO DE ROSCAS

Este mecanismo transmite la fuerza a través de unos engranajes desde el husillo a la barra de roscar.

El torno con caja de engranes de cambio normal puede ajustarse para tallar una gran variedad de pasos de rosca cambiando la relación de transmisión entre el husillo y la barra de roscar, pero esto comporta cálculos y tiempo invertido.

La caja de engranajes de cambio rápido permite actuar con una gama de pasos de rosca que se extiende desde 1.5 a 92 filetes por pulgada (17 a 0.275 mm de paso), o de avances desde 0.011" a 0.070" (0.28 a 1.78 mm) por revolución; los distintos valores dentro de estas gamas se obtienen moviendo las palancas de regulación.

### C) HERRAMIENTAS DE CORTE PARA TORNO

Una herramienta de corte para torno es del tipo monofiló, también llamada una herramienta de una sola punta, que como su nombre lo indica, es una herramienta que sirve para hacer cortes a partir de una sola punta o filo. La herramienta monofiló o de una sola punta recibe generalmente el nombre de buril.

Las clases de herramientas monofiló o de una sola punta son de diversas clases, de acuerdo a ciertas operaciones de maquinado. La mayor parte de estas herramientas se afilan para cortar en una sola dirección. Los dos tipos más comunes se conocen como corte a la derecha y de corte a la izquierda. Antiguamente se les llamaba cuchillas de mano derecha y cuchillas de mano izquierda.

Una herramienta de una sola punta y corte a la derecha es la que cuando se le mira desde el extremo de la punta con la cara hacia arriba tiene el borde cortante en el lado derecho. Cuando la cuchilla se coloca en el torno, el borde cortante queda en el lado izquierdo. Esta cuchilla corta de la derecha a la izquierda, o desde el contrapunto hacia el cabezal principal del torno.

Una herramienta de corte a la izquierda tiene el borde cortante sobre la izquierda cuando se le mira desde el extremo de la punta con la cara hacia arriba. Esta cuchilla se esmerila para cortar desde la izquierda hacia la derecha o hacia el contrapunto del torno.

En cuanto a los tipos de buriles los más comunes son los siguientes, de acuerdo a su operación:

- 1) Para efectuar el desbaste.
- 2) Para efectuar un acabado.
- 3) Tipo nariz redonda.

- 4) Tipo extremo cuadrado.
- 5) Tipo de trocear.
- 6) Para refrentar de forma lateral.
- 7) Para roscado de cuerdas exteriores.

#### PARTES PRINCIPALES DE UN BURIL

- 1) La cara, es la parte superior de la cuchilla o buril. Es la superficie sobre la cual se efectúa el ataque de viruta (enrolla) según se desprende de la pieza de trabajo.
- 2) El borde cortante o filo, es la parte de la herramienta que hace el corte realmente.
- 3) La nariz se refiere a la esquina o arco formado por las partes lateral y frontal del borde cortante.
- 4) La punta es la parte de la herramienta que se esmerila para formar la cara y el borde cortante.

#### ÁNGULOS DE LA HERRAMIENTA

- 1) El ángulo de corte frontal, proporciona espacio libre entre el cortador y la superficie acabada de la pieza. Si este ángulo es demasiado pequeño puede causar vibración. Sin embargo, para producir un acabado terso, es conveniente un ángulo pequeño de seis grados.
- 2) El ángulo de la nariz es el formado entre el borde cortante lateral y el frontal.
- 3) El ángulo de corte lateral separa la viruta de la superficie acabada. Los ángulos recomendables son entre cinco y quince grados.
- 4) El ángulo de salida lateral se refiere al ángulo entre la cara de la herramienta y una línea que representa la parte superior de la cuchilla sin esmerilar vista desde el extremo. La salida lateral controla el tipo de viruta producida durante el maquinado, así como la dirección en la cuál se desplazara. Una herramienta con un pequeño ángulo de salida lateral producirá virutas más cortas que una con ángulo de salida mayor.
- 5) El ángulo de incidencia lateral es el formado por la superficie esmerilada (flanco) y el lado vertical de la herramienta antes de afilarla. Este ángulo era conocido antiguamente como holgura lateral. El ángulo de incidencia lateral proporciona un espacio libre entre la superficie cortada de la pieza y el flanco de la herramienta. El desgaste del buril reduce el ángulo lateral efectivo.
- 6) EL ángulo de desprendimiento de viruta o superior, es el ángulo que forman la superficie superior de la herramienta y la cara afilada superior de la punta misma.

El objeto del ángulo de desprendimiento superior es principalmente guiar la dirección del flujo de la viruta; también sirve para proteger la punta de la herramienta. La medida de este ángulo depende del material a mecanizar; cuanto más blando es éste, mayor debe ser el ángulo de desprendimiento superior. Así, el aluminio requiere más ángulo que el hierro fundido o el acero. El

ángulo de desprendimiento superior puede ser positivo, neutro o negativo; el ángulo negativo se usa para algunos materiales blandos a fin de evitar que el empuje de la viruta deteriore el filo.

7) El ángulo de incidencia frontal es el formado entre el extremo del borde cortante y una línea vertical. Antiguamente se le denominaba holgura frontal. El ángulo de incidencia frontal proporciona espacio libre entre la superficie terminada de la pieza y la herramienta. Si este ángulo es demasiado pequeño, la herramienta rozará sobre la superficie terminada y producirá un acabado defectuoso. El desgaste tiende a reducir este ángulo. Para las herramientas acero se recomienda un ángulo de ocho a quince grados y para los de carburo uno de seis a ocho grados.

## D) PRINCIPALES OPERACIONES DEL TORNO

### REFRENTADO

El refrentado es una operación de escuadramiento que se efectúa en los extremos de la pieza de trabajo después de cortarla con la sierra. Para producir una superficie plana al refrentar entre centros, los centros del torno deben estar alineados.

La finalidad del refrentado es:

- Producir una superficie plana y concéntrica a escuadra con el eje de la pieza de trabajo.
- Producir una superficie lisa desde la cual se toman medidas.
- Cortar la pieza de trabajo a una longitud requerida.

### TORNEADO PARALELO

Las piezas de trabajo se suelen trabajar en un torno por dos razones: para cortarla al tamaño y producir un diámetro exacto. Para las piezas que se deben cortar a un tamaño y tener el mismo diámetro a toda su longitud, se efectúa el torneado paralelo. A fin de producir un diámetro paralelo, los centros del cabezal y del contrapunto deben estar alineados. Hay muchos factores que determinan la cantidad de material que se puede remover con el torno de una sola vez. Sin embargo, siempre que sea posible, la pieza se debe de cortar al tamaño con dos cortes: uno de desbastado y uno de acabado.

### DESBASTADO

El desbastado se utiliza para remover la mayor parte del material sobrante con la mayor rapidez posible y dejar concéntrico el diámetro de la pieza de trabajo. El corte de desbastado se debe hacer hasta 1/32 pulg. (0.79 mm) del tamaño terminado de la pieza de trabajo.

## ACABADO

La finalidad del acabado es darle el tamaño requerido y un buen terminado a la superficie de la pieza de trabajo. Por lo general, sólo se requiere un corte de acabado porque no se deben dejar más de 0.030 a 0.050 pulg. (0.76 a 1.27 mm) en el diámetro para el corte de acabado. La punta de la herramienta debe tener una ligera curvatura y el avance se debe graduar entre 0.003 y 0.005 pulg (0.07 a 0.12 mm). Se debe comprobar que los centros del torno estén alineados con exactitud; de lo contrario, la pieza quedara cónica.

## TORNEADO DE REBORDES (HOMBROS)

Quando se máquina más de un diámetro en un eje, la sección que une cada diámetro se llama reborde, escalón u hombro. Los rebordes escuadrados, con filetes y biselados (achaflanados), son los más comunes en el trabajo de taller mecánico.

## LIMADO EN TORNO

El limado en el torno se utiliza para eliminar rebabas, marcas de herramientas y esquinas agudas. Por otra parte, no se considera que sea correcto limar un diámetro para darle su tamaño requerido, porque el exceso de limado producirá un diámetro ovalado. Siempre que se lime para acabar el trabajo, no se deben dejar más de 0.002 a 0.003 pulg (0.05 a 0.07 mm) . Se recomienda limar con la mano izquierda para mantener los brazos y manos libres separados de la cabeza.

Al limar o pulir en el torno, es una buena costumbre cubrir la bancada con un papel para evitar que las limaduras caigan a las correderas y produzcan desgaste o daños en el torno.

## PULIMENTADO

El pulimentado es una operación de acabado, por lo general después de limar, para mejorar el acabado de la superficie de la pieza de trabajo. El acabado obtenido en el diámetro está en relación con la aspereza y tipo de tela abrasiva utilizada. Una tela abrasiva de grano fino produce mejor acabado de superficie. La tela abrasiva de óxido de aluminio se debe usar para pulir la mayor parte de los metales ferrosos; la tela abrasiva de carburo de silicio se usa en los metales no ferrosos.

## MOLETEADO

El moleteado es un proceso para grabar rebajos en forma de rombos, o rectos, en la superficie de la pieza de trabajo. La finalidad del moleteado es mejorar el aspecto de la pieza y dar una mejor superficie para asirla. Para ello, se aplica a presión una herramienta moleteadora que tiene un juego de rodillos cilíndricos y endurecidos, con el dibujo contra la pieza de trabajo en rotación. Los rodillos pueden ser para rombos o rectos en tres estilos, fino, mediano y grueso.



Las herramientas moleteadoras tienen un cuerpo con tratamiento térmico que se sujeta en el poste portaherramientas y un juego de rodillos endurecidos montados en una cabeza movable. La herramienta moleteadora tiene tres juegos de rodillos (finos, medianos y gruesos) montados en una cabeza que gira en un pasador de acero endurecido.

#### TORNEADO DE CONOS

Un cono o conicidad se puede definir como un aumento o disminución uniforme en el diámetro de una pieza de trabajo al medir su longitud. Los conos en el sistema inglés se expresan en conicidad por pie o en conicidad por pulgada. Las conicidades en sistema métrico se expresan como la razón de 1 mm por unidad de longitud; por ejemplo, una conicidad de 1:20 tendría 1 mm de cambio en 20 mm de su longitud. Un cono ofrece un método rápido y exacto para alinear las partes de la máquina y para sujetar herramientas tales como: barrenas y brocas, rimas (escariadores). La American Standards Association clasifica los conos utilizados en las máquinas como conos de autosujeción y de autoliberación.

Para cortar conos en un torno se puede usar el aditamento para conos, descentrar la contrapunta o poner el soporte combinado al ángulo del cono.

El procedimiento para hacer un cono, con el aditamento para conos sencillos o telescópico en piezas de trabajo montadas entre centros o en un mandril, es básicamente el mismo y sólo se requieren pequeños ajustes.

#### RANURADO

El ranurado, a veces llamado rebajado, es el proceso de cortar una configuración ranurada en un cilindro. La forma de la herramienta de corte y la profundidad del avance determinan la forma de la ranura. Las ranuras cuadradas, redondas o en V son comunes en el trabajo de taller mecánico. Las ranuras sirven para proveer un rebajo o despejo en el extremo de una rosca o un asiento para un sello anular (anillo "O").

#### TALADRADO

El taladrado es una operación que consiste en cortar un agujero en un material sólido. La mayor parte del taladrado se hace en una máquina de taladrar, o bien en el mismo torno.

El taladrado en el torno puede hacerse de tres maneras:

- 1.- Con la pieza de trabajo girando en un mandril y la broca sujeta en el agujero del husillo del contrapunto o en un mandril de portabrocas.
- 2.- Con la pieza de trabajo girando en un mandril y la broca sujeta en un portaherramientas de cambio rápido montado en el carro.

3.- Con la broca girando en un mandril portabrocas y la pieza de trabajo sujeta contra un soporte en contrapunto.

#### **MANDRILADO**

El mandrilado es la operación de agrandar un agujero previamente obtenido por taladrado, de fundición, o mediante cualquier otro sistema. Por lo general, se emplea una herramienta de un solo filo para quitar material a medida que avanza hacia dentro de la pieza que gira. Los agujeros se mandrilan para que resulten de una medida precisa y concéntricos con la superficie exterior. Los agujeros cónicos pueden mandrillarse ajustando el soporte orientable o el aparato de torneado cónico del mismo modo que para el torneado cónico.

#### **ACHAFLANADO**

Es la operación de producir un canto biselado con un ángulo especificado, en el extremo de un cilindro torneado; se efectúa para matar o quitar el canto vivo y acabar la pieza. El achaflanado se realiza también para facilitar la entrada de una pieza.

#### **TRONZADO**

El tronzado, o segado, es la operación de separar una pieza acabada de la barra de la cual se mecanizó. Se emplea una herramienta de tronzar o segar que tiene una hoja cortante larga y estrecha; para piezas de pequeño diámetro, esta herramienta puede obtenerse afilando una cuchilla normal. Las herramientas de tronzar se afilan de modo que corten sólo en el extremo a medida que penetran la pieza.

#### **ROSCADO**

El roscado exterior es el tallado de filetes en el exterior de una barra. El roscado interior es el tallado de filetes dentro de un agujero. Los tornos están diseñados para ejecutar este tipo de trabajo, contándose con dispositivos especiales para el mismo, tales como el mecanismo de cambio rápido de ruedas dentadas, el husillo de roscar, y el disco graduado o cuadrante de roscas.

#### **E) PRINCIPALES PUNTOS DE SEGURIDAD**

Un torno puede ser muy peligroso si no se maneja de forma apropiada, aun cuando esté equipado con diversas protecciones. Es obligación del operador observar diversas medidas de seguridad y evitar accidentes. Todos deben tener conciencia de que conservar limpia y en orden la zona alrededor de una máquina ayudará en gran parte a la prevención de accidentes.

En seguida se dan algunas de las reglas de seguridad más importantes que deben observarse al manejar un torno:

- 1.- Usar siempre anteojos de seguridad al manejar cualquier máquina.
- 2.- Nunca intente manejar un torno hasta que esté familiarizado con su funcionamiento.
- 3.- Nunca use ropas holgadas ni tenga puestos anillos o relojes al manejar un torno.
- 4.- Detenga siempre el torno antes de realizar una medición de cualquier tipo.
- 5.- Antes de montar o quitar los accesorios, corte el suministro de potencia al motor.
- 6.- Use siempre una brocha para quitar las virutas.
- 7.- No realice cortes profundos en piezas muy delgadas.
- 8.- No se incline sobre la máquina. Manténgase erecto, procurando que su cara y ojos queden alejados de las virutas que salen volando.
- 10.- Nunca deje la llave del plato en éste.

## II.2.2 FRESADORA

La máquina fresadora fue inventada por Eli Whitney por el año de 1818. En la fresadora se efectúa la producción de piezas por el control mecánico del desplazamiento de la pieza y el movimiento de corte de una herramienta giratoria con múltiples aristas cortantes.

En la máquina fresadora se desprende metal cuando la pieza avanza contra la herramienta cortante. Exceptuando el movimiento de rotación, el cortador no tiene otro movimiento. El cortador de la máquina fresadora (llamado fresa) tiene una serie de aristas cortantes sobre la circunferencia y cada una de ellas actúa como un cortador individual durante el ciclo de rotación. La pieza se monta sobre una mesa que controla el avance contra el cortador. En la mayoría de las máquinas la mesa tiene tres posibles movimientos, longitudinales, transversales y verticales, pero en algunas, la mesa puede tener un movimiento de giro o de rotación.

La fresadora es la más versátil de todas las máquinas herramientas; su superficie de los tipos planas o perfiles determinados pueden ser maquinados con acabados y precisión excelente. Los ángulos, ranuras, dientes de engrane o cortes interiores, pueden hacerse empleando cortadores diferentes. Las brocas, rimas y herramientas para mandrilar pueden montarse en el alojamiento del árbol, quitando el árbol cortador. Dado que todos los movimientos de la mesa tienen ajustes micrométricos, los agujeros y otros cortes pueden espaciarse con precisión. La mayoría de las operaciones realizadas en cepilladoras, generadoras de engranes pueden hacerse en la máquina fresadora. Estas producen un mejor acabado y mantienen los límites de las tolerancias con una mayor facilidad que las cepilladoras. Pueden hacer cortes profundos sin sacrificios apreciables en el acabado o precisión. Los cortadores son eficientes en su acción y puede usarse mucho tiempo antes de ser reafileados.

## CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS FRESADORAS

### A. Tipo de Columna y Cartela.

- 1) Fresadora Manual
- 2) Fresadora Horizontal
- 3) Fresadora Universal
- 4) Fresadora Vertical

### B. Fresadora tipo Cepillo

### C. Fresadora de Bancada fija.

- 1) Fresadoras con un Cabezal
- 2) Fresadora con dos Cabezales
- 3) Fresadora con tres Cabezales

### D. Centros de Maquinado.

### E. Tipos Especiales

- 1) Fresadora con mesa giratoria
- 2) Fresadora Planeadora
- 3) Máquina Perfiladora
- 4) Fresadora Copiadora
- 5) Fresadora de Pantógrafo

## TIPOS DE FRESADORAS

### FRESADORA HORIZONTAL

Se le llama así porque el husillo está dispuesto horizontalmente al igual que la mesa de trabajo.

### FRESADORA UNIVERSAL

La fresadora universal es muy similar a la fresadora horizontal, más bien es la misma, solo que la diferencia consiste en que la fresadora universal posee un dispositivo más, el cual sirve para que la mesa pueda rotarse hasta cierto ángulo. Este dispositivo no es más que una cubierta de rotación que está colocada entre la mesa y la silleta o caballete, esta permite que la mesa se pueda rotar y permitir así el tallado de los dientes de engranes. Por tanto, para la fabricación de engranes es necesario que la fresa sea universal y posea además de la cubierta giratoria, el cabezal divisor.

### **FRESADORA VERTICAL**

Una máquina fresadora vertical se le llama así por la posición vertical del árbol de corte, es decir, este se encuentra formando un ángulo recto con la mesa. Los movimientos son los mismos que los de la fresadora horizontal o universal. Ordinariamente no se le da a la herramienta otro movimiento que no sea el usual de rotación. Sin embargo, el cabezal del árbol puede girar, lo cual permite colocar el árbol que se encuentra en un plano vertical en cualquier posición desde la vertical hasta la horizontal.

### **FRESA PLANEADORA**

La fresadora tipo planeadora esta diseñada para grandes piezas que requieren pasadas profundas y fuertes avances, que son las que abundan en la industria pesada.

La pieza se estaca en una larga mesa similar a las que poseen las planeadoras. Las fresadoras de este tipo pueden ir equipadas con uno o más cabezales de fresado, los cuales pueden situarse y ajustarse horizontalmente sobre el carril de la traviesa, o verticalmente en los pies derechos del bastidor.

### **FRESADORA DE GRAN PRODUCCIÓN**

Esta fresadora se usa principalmente para producir piezas mecanizadas en grandes cantidades, pudiendo aplicarse para una extensa variedad de operaciones de fresado. Con dispositivos de fijación de la pieza y cabezales de husillo especiales, estas máquinas pueden utilizarse para el refrentado, fresado de superficies planas y mecanizar perfiles especiales por medio de una combinación de fresas montadas en el árbol portafresas. El husillo gira sobre cojinetes situados en el soporte del mismo, el cual puede moverse verticalmente sobre las guías mecanizadas del cabezal. La mesa cabalga en las guías mecanizadas de la bancada y se mueve longitudinalmente y en sentido perpendicular al husillo; su superficie superior tiene una serie de ranuras en "T" que se emplean para alinear y sujetar la pieza. La mesa no puede moverse verticalmente (subir o bajar); por ello, es limitada la altura de la pieza que puede fresarse.

### **FRESADORA PARA ÚTILES Y MATRICES**

Es una máquina diseñada para el fresado de superficies curvas o irregulares y de superficies situadas entre salientes, solerás y protuberancias. Por medio de una punta de trazar que cabalga sobre una leva, la fresa reproduce, automáticamente y con precisión, perfiles complicados. Con esta máquina pueden también realizarse las operaciones de fresado usuales.

## ■) PARTES PRINCIPALES DE LA FRESADORA

### COLUMNA

La columna incluyendo la base, es la pieza fundida principal que sostiene todas las demás partes de la máquina. La superficie frontal de la columna o sea, la cara, se mecaniza de modo que constituya una guía precisa para la carrera vertical de la cartela.

### CARTELA

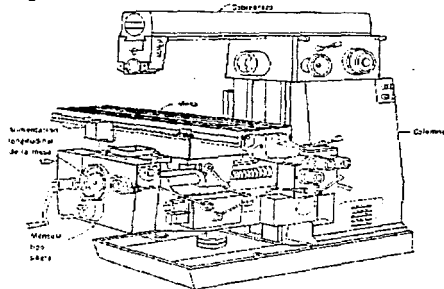
La cartela sostiene el caballete. Dentro de ella se hallan los engranajes de cambio de avance. La cartela o consola puede subirse o bajarse sobre la cara de la columna; su altura puede ajustarse mediante el tornillo de elevación que le sirve de soporte.

### CABALLETE

El caballete sostiene la mesa. Se apoya sobre las superficies mecanizadas con precisión de la cartela, las cuales, además, le sirven de guía.

### MESA

La mesa sirve para sujetar la pieza. Descansa sobre las guías en cola de milano del caballete. A lo largo de toda la longitud de su superficie superior tiene mecanizadas unas ranuras en T, las cuales sirven para alinear la pieza o el dispositivo de sujeción de la misma. Los pernos que se usan para sujetar la pieza o el dispositivo de sujeción de la misma a la mesa ajustan holgadamente en dichas ranuras en T.



### HUSILLO

El husillo sujeta y acciona a las diversas herramientas. Es un árbol que va montado sobre cojinetes alojados en la columna. El husillo es accionado por un motor eléctrico, a través de un tren de engranajes también montados dentro de la columna. El extremo frontal del husillo tiene un agujero cónico y chavetas de arrastre para alojar y accionar las diversas herramientas de corte, platos de sujeción y árboles portafresas.

## **BRAZO SUPERIOR**

El brazo superior va montado encima de la columna y va guiado en perfecta alineación por las superficies en cola de milano mecanizadas. El brazo superior sostiene el árbol portafresas. Es ajustable y puede fijarse en cualquier posición.

## **C) HERRAMIENTAS DE CORTE PARA FRESADORAS**

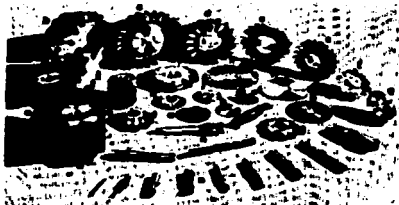
Ya que la fresadora es versátil por la gran variedad de cortadores que existen; estos cortadores se clasifican de acuerdo a su forma, aunque en algunos casos su clasificación depende de la forma como son montados, del material usado en los dientes, o del método para afilar estos.

Existen tres diseños generales de fresas:

- 1.- Fresas para árbol: Estas fresas tienen un agujero en el centro para montarse en un árbol.
- 2.- Fresas con zanco: Estas fresas tienen un zanco recto o cónico integrado al cuerpo del cortador. Cuando se usan estos cortadores van montados en la nariz del árbol o en un adaptador para el mismo.
- 3.- Fresas para refrentar: Estas fresas son atornilladas o montadas en el extremo de árboles pequeños y son generalmente usadas para el fresado de superficies planas.

Los cortadores se clasifican también de acuerdo al tipo de trabajo que desempeñan:

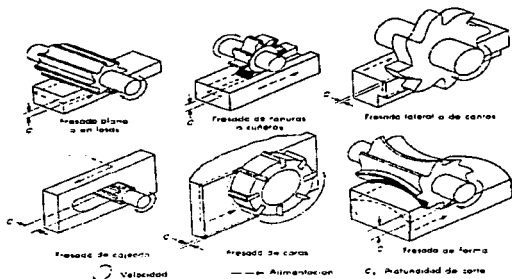
- 1.- Fresa ordinaria: De dientes rectos o helicoidales
- 2.- Fresa de corte lateral
- 3.- Fresa para ranurar: Puede ser para hacer chaveteros, son fresas de espesores pequeños.
- 4.- Fresa angular
- 5.- Fresa de forma
- 6.- Fresa cilíndrica y frontal
- 7.- Fresas para ranura en T
- 8.- Cortadores con dientes postizos



## **D) PRINCIPALES OPERACIONES DE LA FRESA**

### **FRESADO PLANO**

El fresado plano o de placas. Es la producción de superficies planas horizontales y paralelas con el eje del árbol de la fresadora. La pieza de trabajo se puede sujetar a una prensa, dispositivo o directamente en la mesa.



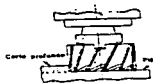
## FRESADO VERTICAL

Es el proceso de maquinarse una superficie vertical plana, perpendicular al eje del árbol de la fresadora. Esta operación se efectúa por la acción combinada de los dientes en la periferia y los lados de una fresa para corte lateral, convencional (ascendente) o descendente.

## FRESADO DE FRENTE



Fresado horizontal



Fresado frontal

Es el producto de producir una superficie plana paralela a la columna de la fresadora. Esta operación se efectúa con una fresa de frente montada en el husillo de la fresadora. El fresado de frente también se puede efectuar con un aditamento para fresado vertical a fin de producir superficies planas horizontales. Los dientes de la periferia y del extremo hacen corte.

## FRESADO DE EXTREMO

Es una operación similar al fresado de frente, pero con una fresa mucho más pequeña. El corte se hace con el frente y con la periferia de la fresa. Esta operación se utiliza para refrentar superficies pequeñas, cortar ranuras, producir rebajos internos y escuadrar los extremos de una pieza de trabajo.





#### RANURADO

Es el proceso de cortar ranuras en la pieza de trabajo. Se utiliza una fresa de corte lateral con dientes escalonados o una fresa para extremos.

#### ASERRADO

Se puede efectuar en la fresa con una sierra delgada para metales. Como estas sierras se rompen con facilidad, solo se deben utilizar en fresadoras equipadas con eliminador de juego muerto y con fresado descendente.



#### FRESADO A HORCAJADAS

Requiere el uso de dos fresas de corte lateral para fresar en una pasada los lados opuestos de la pieza de trabajo en forma paralela. Las fresas están separadas en el árbol con uno o más espaciadores de la longitud necesaria, de modo que la distancia entre las caras internas de las fresas sea igual al tamaño deseado. Las aplicaciones del fresado a horcajadas son para hacer cabezas cuadradas y hexagonales en tornillos.

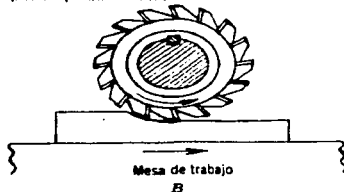


#### FRESADO MÚLTIPLE

Es un método rápido para trabajar por que se pueden maquinar varias superficies en una pasada y, por ello, se usa mucho en trabajo de producción. Se emplean dos o más fresas en el árbol para producir la forma necesaria. Las fresas pueden ser una combinación de fresas para corte plano y corte lateral.

## FRESADO CONVENCIONAL Y DESCENDENTE

El método más común para el avance es mover la pieza de trabajo contra el sentido de rotación de la fresa (fresado convencional o ascendente). Sin embargo, si la fresadora está equipada con eliminador de juego muerto se pueden fresar ciertos tipos de piezas con fresado descendente.



## E) PRINCIPALES PUNTOS DE SEGURIDAD

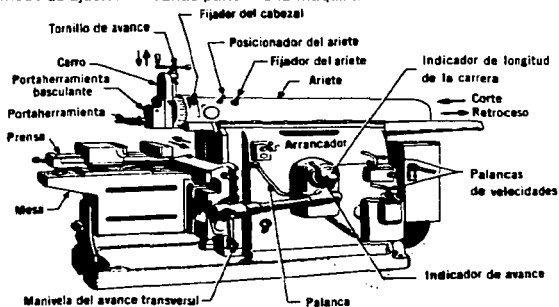
La fresadora, como cualquier otra máquina, exige la atención total del operador y una comprensión absoluta de los riesgos relacionados con su manejo. Al manejar la fresadora, deben observarse las reglas siguientes, para reducir las posibilidades de sufrir un accidente:

- 1.- Antes de realizar un corte, asegúrese de que la pieza y la fresa están montadas con firmeza.
- 2.- Use siempre anteojos de seguridad.
- 3.- Al montar o quitar las fresas, sosténgalas con un paño para evitar que le corten.
- 4.- Al montar o medir la pieza, mueva la mesa tan lejos como se pueda de la fresa, para evitar que ésta le corte las manos.
- 5.- Nunca intente montar, medir o ajustar la pieza hasta que la fresa se haya detenido por completo.
- 6.- En todo instante mantenga las manos, las brochas y los trapos lejos de una fresa giratoria.
- 7.- Al emplear las fresas, no aplique un corte o avance excesivamente alto.
- 8.- Utilice siempre una brocha no un trapo, para quitar las virutas, una vez que la fresa se haya detenido por completo.
- 9.- Nunca trate de alcanzar algo por encima o cerca de una fresa que esté girando; mantenga lejos las manos cuando menos a 300 mm (12 pulg.), de la fresa giratoria.
- 10.- Conserve el piso limpio en torno a la máquina, sin virutas, aceite y fluido de corte.

### II.2.3 CEPILLO (LIMADORA)

Entre las diversas máquinas utilizadas en la industria del trabajado de los metales para producir piezas de maquinaria, se encuentra el cepillo. Se trata de una máquina herramienta básica empleada tanto en los talleres generales como en los de utillaje. La limadora puede mecanizar una superficie plana, lo mismo si está en un plano horizontal, que en uno vertical o inclinado. Son muchas las clases de piezas que pueden mecanizarse en la limadora, dependiendo de las herramientas usadas y del modo de ajustar las varias partes de la máquina.

La limadora o cepillo hace su corte pasando una herramienta de una sola punta por la pieza de trabajo. La herramienta del cepillo se desplaza con un movimiento recíprocante sobre un solo eje mientras que la pieza de trabajo se mueve pasando por la herramienta ya sea horizontal, vertical o rotacionalmente respecto al movimiento de la herramienta.



Algunos consideran al cepillo como una máquina herramienta obsoleta, y es cierto que en la actualidad una gran parte del trabajo que acostumbraba hacerse con el cepillo, se hace con la fresadora. Sin embargo, sigue siendo una máquina herramienta muy versátil que puede realizar una gran variedad de trabajos de maquinado. Por esta razón se ve todavía con bastante frecuencia en muchos talleres de maquinado.

El cepillo es una máquina herramienta que quita metal por medio de una herramienta monofilos semejante a la utilizada en el torno. Se caracteriza por emplear herramienta simple, con ella se pueden obtener superficies planas y curvilíneas, generalmente el cepillo se utiliza en la manufactura de guías, cuñeros, ranuras en T y superficies planas.

## CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS CEPILLADORAS

### I. CEPILLO DE CODO

#### A. Horizontal - Corte de avance

- 1.- Simple (trabajo de producción)
- 2.- Universal (trabajo de herramientas)

#### B. Horizontal - Corte de retroceso

#### C. Vertical

- 1.- Ranuradora
- 2.- Mortajadora

#### D. De uso especial como para el corte de engranajes.

### II. CEPILLOS DE MESA

- 1.- De doble bastidor
- 2.- Lateralmente abierto
- 3.- Tipo de fosa
- 4.- Canteador

### A) TIPOS DE CEPILLOS

#### CEPILLOS DE CODO

##### Cepillos de codo horizontal simple

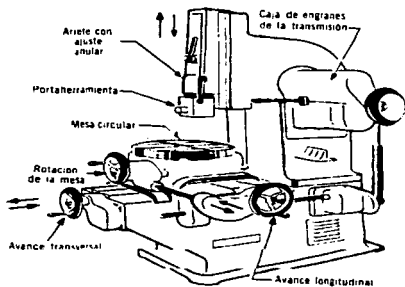
La figura muestra un cepillo de codo horizontal. Un cepillo de codo horizontal, consiste de una base y un bastidor que soporta un ariete horizontal, es de construcción muy simple. Al ariete que lleva la herramienta se le da un movimiento alternativo igual a la longitud de la carrera deseada. El mecanismo de retorno rápido que mueve al ariete esta diseñado de manera que el recorrido de retroceso del cepillo de codo es más rápido que el recorrido de corte, lo cual reduce al mínimo el tiempo inactivo de la máquina. El cabezal portaherramienta en el extremo del ariete, que se puede girar angularmente, esta provisto de medios para la penetración de la herramienta en la pieza. En el sujeta un portaherramienta basculante pivoteado en la parte superior para permitir que la herramienta se levante en la carrera de retroceso y evitar así, que se incruste en la pieza. La mesa de trabajo esta soportada sobre dos guías en cruz al frente del cepillo. Un tornillo de avance, en conexión con las guías, permite que la pieza se mueva transversal o verticalmente, manual o con transmisión de potencia. Un cepillo de codo universal que tiene estas mismas características, esta provisto de adaptaciones de giro e inclinación para posibilitar un maquinado preciso a cualquier ángulo.

### CEPILLO DE CODO HIDRÁULICO

El cepillo de codo hidráulico se parece a aquellos impulsados por un mecanismo de brazo oscilante, la transmisión en este caso es un circuito hidráulico. Una de las principales ventajas de este cepillo de codo consiste en que la velocidad de corte y la presión durante la impulsión del ariete es constante de principio a fin del corte. La velocidad de corte se muestra por lo general en un indicador y no requiere calculo. Tanto la longitud de la carrera como la posición relativa a la pieza, se puede cambiar con rapidez sin parar la máquina, moviendo dos pequeñas manijas al lado del ariete. El avance hidráulico se produce mientras la herramienta deja de tocar a la pieza y la operación completa de la máquina esta inactiva.

### CEPILLO DE CODO DE CORTE EN EL RETROCESO

Este cepillo de codo, se llama así porque la herramienta es jalada por el ariete a través de la pieza, en lugar de ser empujada. Se recomiendan los cepillos horizontales con corte en el retroceso para los cortes fuertes. Se usan con frecuencia para el corte de grandes placas de matrices y para el maquinado de piezas grandes en los talleres ferroviarios. Durante el corte la pieza se jala contra el apoyo posterior ajustable o la cara de la columna, reduciendo de este modo los esfuerzos en las guías en cruz y en los apoyos del carro.



### CEPILLOS DE CODO VERTICALES

Los cepillos de codo verticales o ranurados, se usan principalmente en corte de interiores, planos y ángulos y para operaciones que requieren cortes verticales debido a la posición en que se debe mantener la pieza. Las operaciones de este tipo se encuentran con frecuencia en el trabajo de matrices, moldes metálicos y patrones metálicos. El ariete del cepillo de codo opera de un modo vertical y tiene un dispositivo usual de retorno rápido como el de las máquinas de tipo horizontal. La pieza al ser maquinada se sujeta en una mesa

circular, teniendo un avance rotatorio además de los movimientos usuales de la mesa. El avance de la mesa circular, permite el maquinado de superficies curvas, proceso que es particularmente deseable para muchas piezas irregulares que no se pueden tornearse. Las superficies planas se

cortan usando cualquiera de los avances transversales de la mesa. Un tipo especial de cepillo de codo vertical, conocido como mortajadora esta diseñado para cortar cuñeros en engranajes, poleas, levas y piezas similares.

## CEPILLOS DE MESA

Un cepillo de mesa es una máquina herramienta diseñada para desprender metal, moviendo la pieza en línea recta contra una herramienta de un solo filo. Similar al trabajo que se hace en un cepillo de codo, el cepillo de mesa se adapta a piezas mucho mayores. Los cortes, que son principalmente superficies planas, pueden ser horizontales, verticales o en ángulo. Además del maquinado de piezas grandes, el cepillo de mesa se usa con frecuencia para maquinar muchas piezas pequeñas sujetas en línea sobre una placa.

Los cepillos de mesa cuenta con distintos tipos de transmisión dependiendo esta de los elementos que la conforman. Hay transmisión por engranajes (ambos; engranes rectos y en espiral), hidráulica, por tornillo, por banda, por variador de velocidad y transmisión por cigüeñal.

La transmisión por tornillo se usa en primer lugar en los cepillos de cantear, mientras que la transmisión por cigüeñal, se encuentra solo en algunos cepillos de mesa pequeños. En algunos cepillos de mesa se usan motores de velocidad variable con inversión, controlados con topes en cada extremo de la carrera.

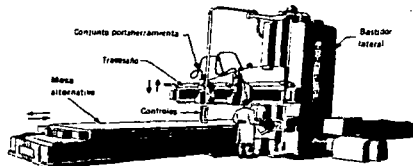
La transmisión hidráulica es altamente satisfactoria para los cepillos de mesa. Se logra una velocidad de corte uniforme a través de toda la carrera. La aceleración y desaceleración de la mesa se produce a una distancia tan corta de la carrera que no es necesario considerar el elemento tiempo. Una segunda ventaja, consiste en que las fuerzas de inercia a vencer son menores en un cepillo de mesa hidráulico que en el cepillo de mesa convencional con transmisión por engranes. Otras ventajas adicionales de la transmisión hidráulica son: presiones de corte uniformes, reversión rápida de la mesa, medios rápidos para variar la carrera y un menor ruido en la operación.



### CEPILLO DE MESA DE DOBLE BASTIDOR

Este cepillo de mesa consta de una base pesada y larga en la que la mesa o plancha se mueve alternativamente. El bastidor vertical en el centro, a los lados de la base, soporta al travesaño en el que las herramientas avanzan a través de la pieza. Se avanzan de una manera manual o por potencia, tanto en dirección vertical como transversal.

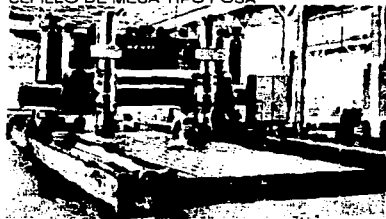
### CEPILLO DE MESA ABIERTO LATERALMENTE



Este cepillo de mesa tiene el bastidor en un solo lado. El lado abierto permite el maquinado de piezas anchas. La mayoría de los cepillos tienen una guía plana y una doble V lo cual permite expansiones desiguales en la bancada y la mesa. Las bridas ajustables al lado de la bancada controlan la longitud de la carrera de la

mesa. La precisión de los cepillos de mesa abiertos de lado y el de doble bastidor esta determinada por su rigidez y la manera en que se maquinan las guías.

### CEPILLO DE MESA TIPO FOSA



Un cepillo de mesa tipo fosa es de construcción voluminosa y difiere de uno ordinario en que la bancada es estacionaria y la herramienta se mueve sobre la pieza. Dos cabezales de tipo pistón hidráulico están montados en el travesaño y cada uno esta provisto de un doble portaherramienta basculante para el cepillado de guías dobles. Los dos bastidores reversibles que soportan al travesaño, se deslizan sobre guías y tienen transmisión por tornillo desde un sinfín

encerrado en un extremo de la bancada.

Todos los avances son automáticos y reversibles, y están diseñados para operar, ya sea a ambos extremos de la carrera de cepillado o en uno solo de ellos.

## **CEPILLO DE MESA DE CANTEAR O DE PLACAS**

Este tipo de cepillo de mesa se proyecta para el maquinado de los cantos de placas pesadas de acero para recipientes a presión y placas de blindaje. La placa se sujeta a una bancada, y el carro que sostiene a la herramienta cortante se mueve hacia atrás y adelante a lo largo del canto. Se usa un gran tornillo de transmisión para mover el carro. La mayoría de cepillos de canteo usan fresas en lugar de las herramientas convencionales del cepillo de mesa, para mayor velocidad y precisión.

### **■) PARTES PRINCIPALES DEL CEPILLO**

Las partes principales de la máquina para un cepillo horizontal (que es el tipo más empleado en la industria) se explican a continuación.

#### **BASE**

La base es una pieza fundida hueca sobre la cual van montadas las otras partes de la limadora o cepillo. Sirve también de depósito para el suministro de aceite que circula por las partes móviles de la máquina.

#### **BASTIDOR**

El bastidor o delantal sostiene la mesa sobre la guía transversal que sirve para el desplazamiento de izquierda a derecha de dicha mesa.

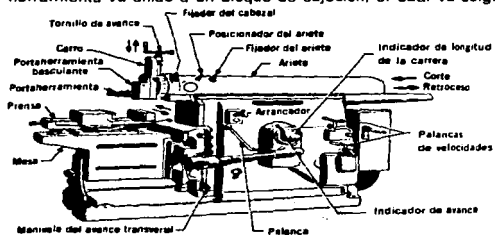
#### **CARRO**

El carro es la pieza móvil más importante de una limadora; sostiene y acciona la herramienta de corte a la que da un movimiento hacia atrás y hacia adelante a través de la pieza. Va unido al balancín, el cual le da un movimiento oscilatorio por medio de una gran rueda dentada conductora provista de un perno o clavija ajustable; este perno actúa como una manivela que determina la longitud de la carrera del carro.



## CABEZAL DE HERRAMIENTA

El cabezal de herramienta sirve para sujetar las herramientas de corte. Va unido a la testera del carro y puede inclinarse según el ángulo requerido a izquierda o a derecha, fijándose luego en posición. También puede ajustarse verticalmente y fijarse en esta posición. El soporte de herramienta va unido a un bloque de sujeción, el cual va colgado por su parte superior a fin de permitir que la herramienta cabeague sobre la pieza en la carrera de retorno.

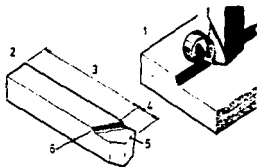


La mesa puede ajustarse verticalmente y fijarse en posición; por la parte frontal es sostenida por una ménsula unida a la base. Los pernos que conectan la ménsula al brazo transversal sobre el cual descansa la mesa, deben aflojarse mientras se efectúa el ajuste vertical.

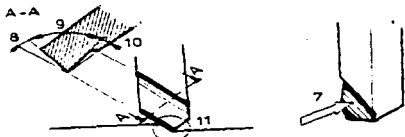
## MESA

La mesa es una caja metálica que va unida al bastidor de la limadora. Tiene ranuras en T en las superficies superior y laterales, que se emplean para sujetar las piezas o el tornillo de

## C) HERRAMIENTAS DE CORTE EN EL CEPILLADO

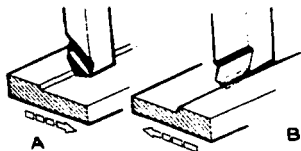


La herramienta de corte que utiliza el cepillo es similar a la empleada por el torno, y solo en casos excepcionales son diferentes. Los ángulos de corte en la operación de cepillado y la forma del filo dependen del tipo de trabajo a realizar y del material de la pieza.



Los buniles para desbaste deben arrancar la mayor cantidad de viruta en el menor tiempo posible. Las herramientas para el afinado tiene filos redondos o planos con el objeto de lograr superficies tersas.

1 — Herramienta de corte para limadora o cepillado — 2 — detalle del trabajo de la herramienta. — 3 — herramienta de cepillar. — 4 — cuerpo. — 5 — cabeza. — 6 — arête de corte principal. — 7 — dirección de la arête. — 8 — ángulo de incidencia frontal. — 9 — vista de frente. — 10 — ángulo de desahorro. — 11 — vista de frente.



— Herramienta de limadora. A, herramienta izquierda B herramienta derecha.

Las herramientas de formas especiales se utilizan en el maquinado de perfiles que desempeñan alguna función específica.

Generalmente, los buriles se fabrican de acero al carbono para herramientas, acero aleado para herramientas, mangos de acero al carbono e insertos de carburo de tungsteno o de diamante.

Las herramientas que se usan en el trabajo con cepillos de codo y mesa, son del mismo tipo general que los empleados en el torno, pero son más pesadas en construcción. Con la punta monofilo de la herramienta atrás, tiende menos a hincarse en el metal y causar traqueteo.

#### D) DISPOSITIVOS SUJETADORES

**Prensa sujetadora para cepillo de codo:** La mayor parte de los trabajos se pueden hacer con la prensa de trabajo sujeta en una prensa de mordazas. La prensa es sujeta firmemente en posición con dos a cuatro pernos para ranura en T. Antes de sujetar la prensa a la mesa,



asegúrese que la superficie de esta última este libre de rebabas.

**Paralelas:** Para colocar y alzar la pieza de trabajo de manera que sobresalga de las mordazas de la prensa y paralela con la base de esta se emplean paralelas. Estas son de acero templado, se hacen en pares y se obtienen en una variedad de tamaños.



**Cuñas retenedoras:** Estas son piezas de acero templado que tienen forma de cuña con una conicidad en el borde posterior de 2 a 3 grados. El borde grueso se esmerila por lo general a un

ángulo de 92 grados. Cuando se aplica presión por medio del tornillo de la prensa, el borde delgado tiende a sujetar fuertemente la pieza de trabajo contra las barras paralelas.

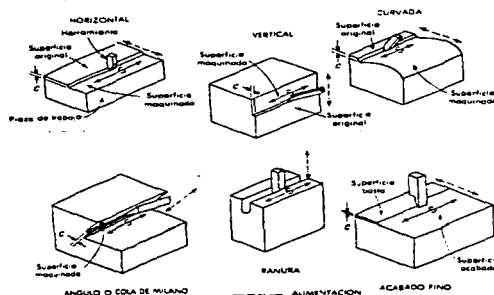


La pieza de trabajo puede ser sujeta directamente a la mesa utilizando placas en ángulo, bridas, pernos para ranura en T, bloques escalonados y otros dispositivos sujetadores.

## E) PRINCIPALES OPERACIONES DEL CEPILLO (O LIMADORA)

### CEPILLADO HORIZONTAL

El cepillo de codo se utiliza para maquinarse superficies planas sobre piezas de trabajo sujetadas en una prensa de mordazas. Este es el primer caso para escuadrar un bloque. Para el corte por



cepillado horizontal es necesario pasar primero con la operación de desbaste y después seguir con la operación de acabado.

En el cepillado horizontal la pieza se mueve transversalmente formando la dirección de dicho movimiento un ángulo recto con la dirección del movimiento principal.

### MAQUINADO DE ESTRÍAS

Estriado es el proceso de ranurar o corrugar una superficie. Es similar al moleteado, excepto que se hace sobre una superficie plana. Con frecuencia se cortan dos juegos de ranuras o acanaladuras que se entrecruzan para formar puntos agudos. El estriado se utiliza para varias razones. Por ejemplo, las superficies pueden ser estriadas para impedir un movimiento relativo entre partes. Los agujeros abocadados con frecuencia se estrian para que los tornillos o remaches no giren después de que se les ha colocado en su lugar. Para cortar estrías con un cepillo de codo se necesita hacer girar la prensa de mordazas a 30 grados en una dirección. Completando una serie de cortes hacer girar 30 grados la prensa sujetadora en la otra dirección y repetir.

### MAQUINADO O CEPILLADO VERTICAL

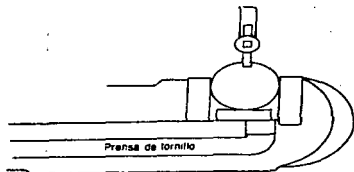
En el cepillado vertical la herramienta determina el movimiento de avance desplazándose verticalmente contra la superficie de trabajo.

Un corte vertical (hacia arriba y hacia abajo) se hace cuando se maquina el extremo de una pieza larga, se escuadra un bloque o se corta una saliente. Al igual que para el maquinado horizontal es necesario efectuar primero una operación de desbaste y después una operación de acabado.

#### MAQUINADO DE UN ÁNGULO O BISEL

Hay dos métodos para maquinar un ángulo o bisel. El más sencillo es sujetar la pieza de trabajo en la prensa de mordazas con la línea de trazo paralela a la parte superior de las mordazas de la prensa. Entonces se maquina el ángulo o bisel en la misma forma que para una superficie horizontal, el segundo método es maquinar la pieza como si fuera una superficie vertical utilizando la corredera vertical colocada en ángulo.

#### CORTE DE CHAVETEROS, ASIENTOS PARA CHAVETAS Y ABERTURAS INTERNAS



Una ranura o acanaladura es una abertura de forma rectangular. Un chavetero es una ranura cortada en el interior de un agujero en una rueda, polea, etc. El chavetero u otra abertura interna se hace con la herramienta de corte sujeta en un portaherramientas de extensión. La herramienta de corte se tiene que mantener lo más cerca que se pueda del cabezal.

#### CEPILLADO DE UNA SUPERFICIE IRREGULAR

El cepillo de codo es capaz de maquinar contornos tanto cóncavos como convexos. Para superficies estrechas e irregulares, utilice una herramienta conformadora afilada a la forma exacta necesaria.



#### F) PRINCIPALES PUNTOS DE SEGURIDAD

Es importante que el operador se familiarice con las diversas zonas de una limadora que pudieran ser peligrosas. Si se siguen unas cuantas reglas básicas de seguridad y se aplica el sentido común, pueden evitarse la mayor parte de los accidentes.

- 1.- Use siempre anteojos de seguridad para proteger sus ojos de las virutas voladoras.
- 2.- Nunca maneje una máquina hasta que la conozca bien.
- 3.- Antes de arrancar una limadora, asegúrese de que la pieza, el tornillo de banco, la herramienta y el carro estén sujetos con firmeza.
- 4.- Compruebe que la herramienta y su cabezal libran el trabajo, y también la columna, en la carrera de retorno.
- 5.- Evite siempre que vuelen las virutas con el empleo de una cubierta metálica o malla de alambre. Esto puede prevenir que otras personas resulten heridas.
- 6.- Colóquese siempre paralelo a la carrera de corte y no frente a ella.
- 7.- Nunca intente quitar las virutas, o alcanzarlas del otro lado de la mesa, mientras el carro está en movimiento.
- 8.- Conserve la zona vecina a una máquina limpia y ordenada.
- 9.- Limpie de inmediato el aceite o grasa que caiga al piso para evitar alguna caída peligrosa.
- 10.- Nunca intente ajustar una máquina mientras está en movimiento.

### **II.2.3 TALADRADORAS**

La ejecución de un agujero en una pieza puede ser, en algunos casos, una operación sencilla, pero en el taller mecánico suele constituir un trabajo importante y preciso. Han sido diseñadas un gran número de herramientas y de máquinas con el fin de que los taladros puedan ser prácticos, rápidos, económica y adecuadamente en toda clase de materiales.

La taladradora es la segunda máquina herramienta conocida por orden de antigüedad, habiendo sido inventada poco después del torno, y probablemente es la máquina más usada en el taller.

El objetivo principal de una taladradora es asir, hacer girar y hacer avanzar una broca helicoidal para producir un agujero en un trozo de metal o de otro material. Por lo general, la broca o herramienta de corte giratoria se avanza hacia la pieza en forma manual, en las taladradoras del tipo de banco, y manual o automáticamente en las del tipo de piso.

## CLASIFICACIÓN DE LAS TALADRADORAS

Pueden clasificarse en tres grupos generales:

- 1.- DE HUSILLO VERTICAL
  - A) Taladradora vertical corriente
  - B) Taladradora vertical sensitiva
  - C) Taladradora vertical pesada
- 2.- DE VARIOS HUSILLOS (O TALADRADORA MÚLTIPLE)
- 3.- DE HUSILLO RADIAL (O TALADRADORAS RADIALES)

### A) TIPOS DE TALADRADORAS

#### TALADRADORA VERTICAL CORRIENTE

La máquina d taladrar de husillo vertical, tipo corriente, está constituida por una columna principal unida a una base; una ménsula amordazada a la columna sirve de soporte a la mesa. La ménsula o brazo puede girar alrededor de la columna según un ángulo de 90 grados, a derecha o a izquierda; también puede deslizarse hacia arriba o hacia abajo y puede sujetarse firmemente en cualquiera de las posiciones que consienten los movimientos mencionados. Asimismo, la mesa puede girar sobre su centro hasta la posición deseada y, entonces, enclavarse en la misma. La columna sostiene también el mecanismo de accionamiento, el cual incluye una transmisión a velocidad variable, el mecanismo de inversión, el soporte del husillo y el husillo, y un mando de avance automático. El husillo puede ajustarse a la altura deseada sobre la columna y enclavarse en el punto deseado.

Este tipo de taladradora es una máquina para trabajos en general, la cual puede usarse para todas las clases de taladrado, escariado, avellanado, refrentado, roscado y lapeado. Las piezas grandes se fijan corrientemente a la mesa mediante bridas y pernos en T. Las piezas pequeñas se sujetan con un tornillo de mordazas que puede fijarse a la mesa, aunque, para piezas realmente pequeñas, a veces el tornillo se mantiene estacionario sujetándolo firmemente por su mango.

#### TALADRADORA VERTICAL SENSITIVA

Es una taladradora ligera que es más adecuada que una taladradora de mayor capacidad para operaciones tales como lapado y taladrado de agujeros pequeños a gran velocidad. Estas máquinas no tienen mecanismos de avance automático, por lo que esta operación debe ser

efectuado a mano. La mesa interior y el husillo pueden ajustarse a la altura requerida. La mesa cuadrada superior puede inclinarse para el taladrado angular y puede girar para situarla fuera de la trayectoria de la broca cuando deben taladrarse piezas de gran longitud.

Otro tipo de taladradora sensitiva es el modelo de banco. El cabezal, junto con el husillo, pueden subir y bajar a lo largo de la columna cilíndrica cuando la broca es llevada a establecer contacto con la pieza.

#### TALADRADORA PESADA

Es una máquina potente diseñada para taladrar grandes agujeros, aunque puede usarse para cualquier clase de trabajo de taladrado. Tiene una plataforma ajustable fuertemente sujeta a la parte anterior de la columna y que se apoya sobre un tornillo también ajustable. Las velocidades del husillo son 12, desde 60 a 1000 revoluciones por minuto; los avances son en número de 9. Los giros de avance y de retroceso, así como la posición de paro del husillo, son controlados por la palanca situada en el lado izquierdo de la máquina. El husillo tiene su alojamiento adaptado al cono morse número 4.

#### TALADRADORA MÚLTIPLE DE HUSILLOS INDEPENDIENTES

Es una máquina que comporta una gran base para sostener una larga mesa. La parte superior de la base, o bastidor, permite que sea posible el montaje de varios husillos, siendo cada uno de éstos accionado por su motor individual directamente conectado. La mesa tiene una regata en su contorno para el retorno del lubricante de corte y ranuras en T en su superficie para facilitar la estacada de las piezas sobre ella; su altura puede ajustarse por medio de tornillos a través de una transmisión de vis sin fin y rueda helicoidal montada sobre cojinetes de bolas.

Por lo general, este tipo de máquina se prefiere cuando la pieza debe moverse desde un husillo a otro para operaciones sucesivas. Los husillos pueden colocarse en el bastidor de acuerdo con la naturaleza particular del trabajo a ejecutar.

#### TALADRADORA MÚLTIPLE CON CABEZALES DE VARIOS HUSILLOS

La taladradora múltiple con varios cabezales puede tener un número cualquiera de husillos desde 4 a 48, o más, todos ellos accionados mediante una transmisión única montada en un cabezal. Los cabezales con varios husillos sirven especialmente para operaciones de producción en masa, tales como taladrado, escariado o roscado de muchos agujeros a la vez en una pieza específica, por ejemplo, el bloque de un motor de automóvil. A veces, en una máquina, pueden haber dos o más cabezales de taladrado, cada uno con varios husillos; esto es necesario cuando hay que taladrar agujeros desde más de una dirección, como, por ejemplo, en los lados y en las partes superior e

Inferior de una pieza. Las unidades de producción de este tipo rara vez se emplean en los talleres donde normalmente se efectúan trabajos que requieren una gran destreza.

#### **TALADRADORA RADIAL**

La taladradora radial es una máquina de precisión diseñada de forma que el mecanismo completo puede ajustarse para llevar el husillo a la posición requerida sobre la pieza, la cual se sujeta fuertemente a la base fija. El brazo, de grandes dimensiones, de la máquina sube o baja mediante un mecanismo accionado por un motor, el cual actúa sobre un tornillo de elevación largo y fijo; este brazo queda automáticamente enclavado a la columna vertical cuando se para el mecanismo de elevación. El cabezal, que contiene el husillo y el mecanismo de avance mecánico, puede moverse a lo largo del brazo y fijarse en posición. El brazo puede también girar alrededor de la columna y fijarse en posición.

Este tipo de máquina de taladrar se emplea generalmente para piezas demasiado grandes o pesadas para ser colocadas sobre la mesa de una taladradora vertical, y especialmente para trabajos en que se requiere un alto grado de precisión. Tiene una capacidad apropiada para taladrar o roscar agujeros de hasta 1 1/2 pulgadas (38 milímetros) de diámetro en acero y de hasta 2 pulgadas (50 milímetros) de diámetro en hierro fundido, dentro de tolerancias muy estrictas.

#### **TALADRADORA CON MANDO POR CINTA PERFORADA**

Es una máquina herramienta de control numérico que automáticamente realiza la mayoría de las operaciones que un operario experto ejecutaría manualmente. La pieza es fijada en posición sobre un dispositivo de sujeción montado encima de la mesa. Mediante el uso de una cinta perforada es posible mandar los motores que accionan los tornillos de avance de la mesa y situar la pieza según convenga para las operaciones de mecanizado. La cinta también controla el movimiento de avance del husillo de la broca hacia la pieza hasta el punto requerido, la penetración en ella, la circulación e interrupción del refrigerante en el tiempo deseado, y otros movimientos necesarios para producir una pieza mecanizada.

### **B) PARTES PRINCIPALES DE LA TALADRADORA**

#### **BASE**

A menudo se fabrica con fundición de hierro, proporciona estabilidad a la máquina y un montaje rígido para la columna. Es común que la base venga con agujeros, de manera que pueda atornillarse a una mesa o a un banco. Las ranuras o nervaduras que tiene permiten sujetar la pieza, o bien, al dispositivo para sujetarla.



## **COLUMNA**

Es un poste cilíndrico exacto que se ajusta a la base. La mesa que, a su vez, se acomoda en la columna, puede ajustarse en cualquier lugar entre la base y el cabezal. El cabezal de la taladradora está montado cerca de la parte superior de la columna.

## **MESA**

Puede tener forma redonda o rectangular y se emplea para apoyar la pieza que se va a maquinar. Su superficie se encuentra formando un ángulo de 90 grados con la columna y puede subirse, bajarse o girarse alrededor de la columna. En algunos modelos es posible inclinar la mesa en cualquiera de las dos direcciones para poder taladrar agujeros formando un ángulo. En la mayor parte de las mesas se encuentran ranuras para poder sujetar directamente a las mismas plantillas, a los dispositivos o a las piezas grandes.

## **CABEZAL DE TALADRAR**

El cabezal, montado cerca de la parte superior de la columna, contiene el mecanismo que se emplea para hacer girar la herramienta de corte y avanzarla hacia la pieza. El husillo, que es una flecha redonda que sostiene e impulsa a la herramienta de corte, está alojada en el manguito. El manguito no gira, sólo se desliza hacia arriba y hacia abajo de la herramienta de corte. El extremo del manguito puede tener un agujero con conicidad para poder sujetar herramientas con mango cónico, o bien, puede estar roscado, por fuera o por dentro, para que pueda atomillarse un portabrocas.

La palanca de avance a mano se utiliza para controlar el movimiento vertical del husillo y de la herramienta de corte. Puede ajustarse un tope de profundidad, agregado al manguito con el fin de controlar la profundidad a la que entre la herramienta de corte a la pieza.

## **C) HERRAMIENTAS DE CORTE DE LA TALADRADORA**

Generalmente las únicas herramientas de corte que se utilizan en la taladradora son las brocas helicoidales.

Una broca helicoidal es una herramienta de extremo cortante que se utiliza para hacer un agujero en un trozo de metal o de otro material. La mayor parte de las brocas que se suelen fabricar tienen dos filos (labios) y dos estrías rectas o helicoidales, las cuales proporcionan los filos, admiten el fluido de corte y dejan lugar para que las virutas salgan durante la operación de taladrado.

Las brocas helicoidales más comunes empleadas en el taller mecánico se fabrican con acero de alta velocidad y carburos cementados. Un invento reciente es recubrir las brocas normales con nitruro de titanio para mejorar su rendimiento.

Las brocas de acero alta velocidad (o rápido) son las más comunes, ya que pueden utilizarse a buenas velocidades y los filos pueden soportar el calor y el desgaste.

Las brocas de carburo cementado, que pueden usarse a velocidades mucho más altas que las de acero alta velocidad, sirven para taladrar materiales duros. Estas brocas se utilizan con amplitud en el trabajo de producción, debido a que pueden operarse a altas velocidades, los filos no se desgastan con rapidez y pueden soportar un calor más elevado.

Las brocas revestidas con nitruro de titanio pueden funcionar a velocidades más altas y avances más rápidos, en comparación con las normales de acero alta velocidad. Su duración sobrepasa la de las normales de 7 a 10 veces, produciendo al mismo tiempo agujeros con un mejor acabado superficial.

## **PARTES DE LAS BROCAS HELICOIDALES**

Pueden dividirse en tres secciones principales: el mango, el cuerpo y la punta.

### **MANGO**

Ésta es la parte de la broca que es sujeta por el dispositivo que la hace girar. Los mangos de las brocas helicoidales pueden ser rectos o cónicos. Los rectos normalmente vienen en brocas hasta de 12 mm (o 1/2 pulg. para las brocas de este sistema) de diámetro, en tanto que las de diámetro mayor que éste por lo común tienen mangos cónicos. Las brocas de mango recto se sujetan en algún tipo de portabrocas, mientras que las de mango cónico se ajustan al cono interno del husillo de la taladradora.

### **COLA, ESPIGA O MECHA**

Está en el extremo del mango cónico, se máquina plana para que entre en la ranura que existe en el husillo de la taladradora. Su finalidad principal es permitir que se saque la broca del husillo, con un extractor, sin dañar el mango. La espiga puede también evitar que el mango gire adentro del husillo, debido a un mal ajuste del cono o excesiva presión en la operación de taladrado.

## CUERPO

Es la parte que se encuentra entre el mango y la punta. En él están las estrías, el bisel, la faja y el alma de la broca.

- a) Las estrías en la mayor parte de las brocas consisten en dos o más ranuras helicoidales cortadas a lo largo del cuerpo de las mismas. Las estrías forman los filos de la broca, dándoles inclinación, admiten el fluido de corte y proporcionan el espacio para la salida de las virutas durante la operación de taladrado.
- b) El bisel es la angosta sección elevada que se encuentra inmediatamente al lado de las estrías. El diámetro de la broca se mide de bisel a bisel, los que se extienden a todo lo largo de las estrías.
- c) La faja es la parte a desnivel del cuerpo que se encuentra entre el bisel y la estría.
- d) El alma es la delgada partición metálica que está en el centro de la broca y que se extiende a toda la longitud de las estrías; esta parte forma el filo transversal que está en el extremo cortante de la broca. El alma aumenta gradualmente su espesor hacia el mango para darle resistencia a la broca.

## PUNTA

Consta del extremo cortante completo, el cual tiene forma de cono. La forma y las condiciones en que se encuentre la punta son muy importantes para la acción de corte de la broca. La punta consta del filo transversal (o punto muerto), los filos o labios, la holgura del filo y el talón.

- a) El filo transversal (o punto muerto) es esa parte que une a los dos filos; se forma por la intersección de la superficie cónica de la punta. La acción cortante del filo transversal no es muy buena; al taladrar agujeros de más de 12 mm (1/2 pulg.) aproximadamente, es conveniente hacer primero un orificio guía en la pieza, para aligerar un poco la presión sobre la punta de la broca.
- b) Los filos o labios se forman por la intersección de las estría y la punta cónica. Los dos labios deben tener la misma longitud y formar el mismo ángulo, de manera que la broca avance y no corte un agujero más grande que el correspondiente al tamaño de la misma.
- c) La holgura del filo es el rebajo que se hace con una rectificadora en la punta de la broca y que se extiende hacia atrás, desde los labios hasta el talón. La holgura del filo permite que los labios

corten hacia el metal, sin que se frote el talón. La holgura promedio es de 8 a 12 grados, dependiendo del tipo de material que va a taladrarse.

Para taladrado en general, la punta de la broca debe afilarse de modo que forme un ángulo de 118 grados y la holgura del labio debe variar de 8 a 12 grados. La punta para materiales duros debe afilarse formando un ángulo de 135 a 150 grados y la holgura debe ser de 8 a 10 grados. Para taladrar materiales suaves, la punta debe afilarse de modo que forme un ángulo de 90 grados con una holgura que varíe de 15 a 18 grados.

#### **D) DISPOSITIVOS PARA SUJETAR LA HERRAMIENTA**

El husillo de la taladradora proporciona un medio para sujetar e impulsar la herramienta de corte. Puede tener un agujero con conicidad para dar acomodo a herramientas de mango cónico, o es posible que su extremo esté roscado, por dentro o por fuera, para montar un portabrocas. Aunque existen varios dispositivos y accesorios para sujetar la herramienta, los más comunes en el taller mecánico son los portabrocas, ejes de arrastre y ejes de alargamiento.

#### **PORTABROCAS**

Son los dispositivos más comunes que se emplean en una taladradora con el fin de sujetar herramientas de corte con mango recto. La mayor parte de los portabrocas tienen tres mordazas que se mueven simultáneamente al hacer girar el manguito exterior o, en algunos tipos de portabrocas, al levantar el collarín exterior. Las tres mordazas sostienen con firmeza el mango recto de una herramienta de corte y la hacen girar con precisión. Existen dos tipos comunes de portabrocas: el de llave y el que no la tiene.

El portabrocas del tipo de llave puede tener un árbol cónico, el cuál entra justo en el agujero con la misma forma del husillo, o bien, puede tener un agujero roscado, por dentro o por fuera, para sujetarse al extremo del husillo de la taladradora. Se usa una llave para hacer girar el collarín exterior, lo cual hace que las mordazas aprieten con firmeza una herramienta de mango recto.

El portabrocas sin llave generalmente se utiliza en el trabajo de producción, ya que en algunos modelos pueden introducirse y extraerse las herramientas de corte mientras la máquina está funcionando. Dos portabrocas comunes que no emplean llave son el Albrecht Precisión y el Jacobs Impact.

## EJES DE ARRASTRE Y DE ALARGAMIENTO

Por lo común, el tamaño del agujero cónico en el husillo de una taladradora está en proporción con el tamaño de la máquina: entre mayor sea la máquina, mayor es el agujero del husillo. Las dimensiones del mango cónico de las herramientas de corte también se fabrican en proporción con el tamaño de la propia herramienta. Los ejes de arrastre se emplean para adaptar el mango de la herramienta de corte al husillo de la máquina, si el cono de aquélla es menor que el del agujero del husillo.

Se utiliza un eje de alargamiento cuando el agujero en el husillo de la taladradora es demasiado pequeño para el mango cónico de la broca. Primero se monta la broca en el eje y, después, éste se introduce en el husillo de la taladradora. También pueden utilizarse estos ejes sólo para proporcionar el alargamiento.

## E) PRINCIPALES OPERACIONES DE LA TALADRADORA

### AVELLANADO

El avellanado es el proceso de agrandar la parte superior de un agujero para darle una forma cónica. Los avellanadores se proporcionan con ángulos incluido de 60 a 82 grados. El avellanador de 60 grados se emplea para producir agujeros para centros de torno; en tanto que el de 82 grados se utiliza para producir el agujero cónico que permite dar acomodo a un perno o tornillo de máquina de cabeza plana. También pueden usarse los avellanadores para quitar rebabas del borde superior de un agujero taladrado.

El avellanado para acomodar un tornillo de máquina de cabeza plana, debe hacerse de modo que la cabeza de éste quede a nivel con la parte superior de la superficie de trabajo. Por lo general, la velocidad para avellanar es aproximadamente un cuarto de la recomendada para taladrar.

### ENSANCHAMIENTO DE AGUJEROS CON FONDO PLANO

Esta operación consiste en agrandar la parte superior de un agujero antes taladrado. Los abocardadores de fondo plano se fabrican en varios tipos y tamaños, con brocas centradoras que pueden ser fijas o intercambiables. Los agujeros se ensanchan de esta manera para crear un agujero agrandado con un resalto a escuadra que tiene como fin dar acomodo a la cabeza de un perno o tornillo prisionero, o el resalto de una espiga. La velocidad para esta operación suele ser alrededor de un cuarto de la recomendada para taladrar.

## ESCARIADO

El propósito del escariado es darle a un agujero taladrado o ensanchado su tamaño y forma finales, y producir un buen acabado superficial en el agujero. La velocidad, el avance y la tolerancia del escariado son tres factores que pueden afectar la precisión del agujero escariado. Se dejan aproximadamente 0.4 mm (1/64 pulg.) para escariar agujeros hasta de 12.5 mm (1/2 pulg.) de diámetro; se recomienda 0.8 mm (1/32 pulg.) para agujeros con un diámetro de más de 12.5 mm (1/2 pulg.). La velocidad para escariar suele ser aproximadamente la mitad de la correspondiente al taladrado.

Hay dos tipos de escariadores que se emplean en el taller mecánico: los manuales y los de máquina. Los manuales tienen sección cuadrada en uno de sus extremos y se utilizan para eliminar no más de 0.12 mm (0.005 pulg.) de un agujero; los de máquina tienen mango recto o cónico y se utilizan aplicándoles energía mecánica.

## PENETRADO

El penetrado es la operación de practicar un segundo agujero de mayor diámetro que el primero, pero concéntrico con él. Cuando la operación se efectúa en una taladradora, se emplea una herramienta de penetrar conocida con la designación de broca de dos diámetros, la cual está constituida por la herramienta de corte propiamente dicha y un elemento de guía, o piloto, de menor diámetro que aquella; los pilotos sirven, una vez montados en la broca, para que ésta se mantenga concéntrica con el agujero original, y son intercambiables con otros de diferentes medidas a fin de poder ajustarse a varios diámetros de agujero.

## REFRENTADO

Es la operación de mecanizar una superficie circular plana alrededor de un agujero con el fin de obtener un asiento para una cabeza de tornillo, una tuerca o una arandela. Por lo general, esta operación se efectúa en las piezas fundidas, pudiéndose llevar a cabo con una broca de dos diámetros. La superficie mecanizada debe ser perpendicular al eje del agujero.

## ROSCADO

Los agujeros que deben roscarse con macho se taladran primero a un diámetro especificado. Para roscar agujeros en una máquina de taladrar normal, debe utilizarse un accesorio especial, este accesorio se sujeta al husillo de la taladradora mediante un árbol cónico que también acciona el mecanismo del tipo de fricción. El portaherramientas o giramachos centra con precisión el macho sobre la parte redonda de éste, mientras que unas mordazas lo sujetan por su extremo cuadrado en forma firme y rígida, lo que evita que el macho se salga cuando gira al revés. El mecanismo de accionamiento está construido de forma que hace girar el macho en sentido de las

agujas del reloj (dentro de la pieza) cuando la manivela de avance de la máquina es movida hacia abajo; cuando la manivela es movida hacia arriba, se invierte el sentido de giro del macho y, así, puede sacársele del agujero. Con la práctica, es posible mandar los movimientos de avance y de retroceso del macho con una experta manipulación de la manivela citada. El accesorio de roscar es un dispositivo que permite ahorrar tiempo cuando hay que roscar con macho un gran número de piezas idénticas.

#### LAPEADO

El lapeado es un método de quitar cantidades muy pequeñas de material por medio de un abrasivo, el cual se mantiene en contacto con las paredes del agujero a lapear utilizando una herramienta adecuada. Existen muchas clases de herramientas de lapear; los casquillos de cobre, etc. En funcionamiento, la herramienta debe ajustar precisamente en el agujero y, mientras gira dentro de él, debe moverse constantemente arriba y abajo a fin de que aquel quede perfectamente cilíndrico.

El trabajo e lapeado es largo y tedioso. Por lo general, con este método sólo se extraen unas pocas milésimas de pulgada, o centésimas de mm, de material. Es práctica común lapear pequeños agujeros, de menos de  $3/8$ " (10 mm) de diámetro, cuando el metal ha sido templado, porque raramente se encuentran muelas tan reducidas. Antes del temple, los agujeros pequeños que deben lapearse se escarían con un escañador de lapear, el cual tiene una o dos milésimas de pulgada (0.025 ó 0.05 mm) menos que el escañador de medida normal.

#### ENSANCHAMIENTO DE AGUJEROS

Es el proceso de agrandar un agujero previamente taladrado, o que se hizo con un núcleo en una pieza vaciada, con el fin de producir un agujero recto y llevarlo a su tamaño exacto. La mayor parte de las operaciones de ensanchamiento de agujeros que se realizan en una taladradora son mediante una herramienta de corte con una sola punta que se monta en un mango especial, el cual se ajusta en el husillo de aquella. La velocidad para ensanchar es la misma que se aplica para taladrar un agujero del mismo tamaño.

Sólo debe emplearse una taladradora para ensanchar agujeros si no resulta práctico utilizar otra máquina para esta operación. Para que la operación resulte eficaz en una taladradora, la mesa debe tener un agujero en el centro, el cual sirve de apoyo o de guía al extremo del mango.

## **F) PRINCIPALES PUNTOS DE SEGURIDAD**

Probablemente, la taladradora es la máquina-herramienta más común empleada en la industria, los talleres escolares y el hogar. Debido a su popularidad, con frecuencia se olvidan buenas prácticas de seguridad que pueden prevenir accidentes. Antes de manejar una taladradora, el operador debe familiarizarse con las reglas de seguridad, con el fin de evitar los accidentes y las heridas como las siguientes:

- 1.- Nunca use ropa holgada o corbata al estar cerca de una máquina.
- 2.- El pelo largo debe protegerse con una red o una gorra para taller, así se evita que las partes giratorias de la taladradora puedan jalarlo.
- 3.- Nunca lleve puestos anillos, relojes o brazaletes mientras esté trabajando en un taller mecánico.
- 4.- Use siempre anteojos de seguridad al estar manejando cualquier máquina.
- 5.- Nunca intente hacer variar las velocidades, ajustar o medir el trabajo hasta que la máquina esté por completo detenida.
- 6.- Conserve la zona de trabajo y el piso limpios y libres de aceite y grasa.
- 7.- Nunca deje la llave en el portabrocas.
- 8.- Use siempre una brocha para quitar las virutas.
- 9.- Nunca intente sostener un trabajo con las manos al taladrar agujeros mayores de 12 mm (1/2 pulg.) de diámetro. Use una prensa de sujeción o un tope de mesa para evitar que el trabajo gire.
- 10.- Afloje gradualmente la presión que ejerce al taladrar, a medida que la broca llega al final del agujero y atraviesa el trabajo.
- 11.- Quite siempre las rebabas de un agujero que se haya taladrado.

\* La información recabada para la elaboración de este capítulo fue obtenida de las siguientes fuentes:

- a) Operación de Maquinas Herramientas, Krar Oswald St. Amand, Edit. Mc Graw Hill.
- b) Manual de Maquinas Herramientas tomo I y II, Richard R. Kibbe, Jhon E. Neely, Edit. Limusa.
- c) Teoría del Taller, James Anderson y Earl E. Tatro, Ediciones Gill.
- d) Maquinado de Metales en Maquinas Herramientas, Jhon L. Feirer, Edit. CECSA.
- e) Ingeniería de Manufactura, Ulrich Scharer, Edit. CECSA.
- f) Procesos de Manufactura versión SI, B. H. Amstead; Ostwald y Begeman, Edit. CECSA.



- g) Maquinas y Herramientas para la Industria Metalmeccánica, American Machinist. Magazine, Edit. Mc Graw Hill.**
- h) Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros, Lawrence E. Doyle, Edit. Prentice Hall.**
- i) La Tecnología en el Trabajo de los Metales, Richard L. Little, Edit. CECSA.**
- j) Teoría del Taller, Escuela del trabajo Henry Ford, Edit. Gustavo Gili.**

## **CAPITULO III**

### **EL MANTENIMIENTO Y SU CLASIFICACION**

## **Introducción**

En toda máquina, mobiliario o edificio es necesario aplicarle actividades de mantenimiento, el mantenimiento anteriormente no se practicaba, ya que en lugar de reparar tal o cual aparato se procedía a cambiarlo o reemplazarlo por uno nuevo.

Al observarse que reparar la máquina o aparato cambiando solo algunas de sus partes se reducía el gasto de reemplazarlo, se procedió a iniciar el mantenimiento el cual se puede y se debe aplicar a todo aquello que utilizamos, una computadora, un edificio, una casa, una máquina de escribir, una máquina herramienta, un automóvil, etc. Es necesario aplicar el mantenimiento ya que así podremos tener un mayor tiempo de vida útil de todo lo que utilizamos.

En este capítulo podremos ver el concepto de mantenimiento, los tipos de mantenimiento que existen como es: el mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, y el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo y predictivo lo podemos programar y organizar para tener en las mejores condiciones posibles nuestras máquinas. El mantenimiento correctivo no se puede programar por que es algo que no podemos prever pero que siempre se presenta.

También veremos algunos puntos muy importantes para poder aplicar el mantenimiento adecuado a las máquinas herramientas.

## **MANTENIMIENTO**

Podemos decir que el mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas.

El concebir una máquina como medio y no como fin, permitirá orientar adecuadamente los trabajos de mantenimiento que sobre ella se realicen tendientes a la conservación del servicio. Un aparato o dispositivo es creado de tal forma que proporciona un servicio con la calidad suficiente para dar satisfacción a una necesidad; es lógico pensar que si la máquina fue diseñada adecuadamente, todos sus componentes cumplen una función y todos serán necesarios, por lo que mientras la necesidad que le dio origen no se modifique, las labores del personal de mantenimiento orientadas a la conservación de las propiedades físicas de un aparato deberán mantener adecuadamente la calidad del servicio que ésta presta.

Las fallas que se originan en un equipo o maquinaria, son ocasionados por las siguientes fuentes:

- a) La maquinaria o equipo mismo.
- b) El ambiente circundante.
- c) El personal que en él interviene (por mantenimiento, operación o ampliaciones).

La maquinaria o equipo se vuelve una fuente más o menos importante de fallas, dependiendo de las propiedades eléctricas, mecánicas y electrónicas de sus partes; la calidad de los materiales empleados en ella; la bondad del diseño y, por último, la calidad de su instalación en el lugar a donde va a prestar el servicio.

El ambiente circundante se torna una fuente de fallas cuando es agresivo a la maquinaria, lo que es humedad y temperatura fuera de especificaciones, polvo, humo, salinidad o acidez. Es necesario construir un ambiente adecuado para la maquinaria en cuestión a fin de reducir al mínimo las fallas por este concepto.

El personal que en él interviene, se comporta como una fuente de fallas cuando sus habilidades de pensamiento lógico y manuales son de baja calidad; también, cuando no conoce en forma plena el equipo que va a mantener en este caso hablamos exclusivamente del personal de mantenimiento, ya que es el que tiene necesidad de intervenir en forma más directa en los equipos. La mano de obra de mantenimiento debe ser cuidadosamente considerada a fin de adecuarla en cantidad y calidad, pues es negativo que haga falta ésta, como sobre, ya que en ambos casos baja la calidad del servicio que proporcionan las máquinas mantenidas. Siempre

habrá un punto óptimo en la cantidad de horas hombre, necesarias para conseguir la mejor calidad de servicio o funcionamiento.

Otro tipo de personal que interviene en los equipos o máquinas es el de operación o sea, aquel que las maneja; por ejemplo, en grandes talleres donde se tengan tornos, el personal de mantenimiento los atenderá bajo este punto de vista; pero, el personal de operación (el tornero) que es el que lo utiliza, también será una fuente de fallas si maneja mal su maquinaria, es obvio que esto sucede generalmente por ignorancia.

El tercer tipo de personal que también origina fallas es el de construcción, o sea, aquel que tiene que intervenir en las máquinas para modificar su diseño, ampliarlas o simplemente interrelacionarlas con otras.

En cualquier caso, el personal e mantenimiento será el responsable de la buena conservación de la maquinaria o equipo, ya que su labor está enfocada a que no se pierda la calidad del servicio que presta éste, el cual es el verdadero objetivo del complejo en cuestión. Por lo tanto el principio esencial del mantenimiento es, que toda maquinaria debe ser intervenida lo menos posible.

Esto nos lleva al punto de vista de que los equipos o máquinas deben estar preferiblemente aisladas del elemento humano, el cual hará sus programas de trabajo con base a las políticas de intervención, y para el personal de mantenimiento son éstas:

- a) El servicio que proporciona el equipo tiene prioridad ante todas las demás labores de mantenimiento.
- b) Deben hacerse constantes análisis de verificación del equipo en conjunto, desde el punto de vista del que lo opera.
- c) Deben hacerse excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre el comportamiento el equipo (en conjunto o algunas de sus partes) para comprobar que éste puede trabajar, aun en situaciones de compromiso.
- d) Toda intervención a un equipo debe estar basada en un diagnóstico.
- e) Todo diagnóstico debe estar basado en pruebas y análisis minuciosos.
- f) Para las labores de mantenimiento preventivo, debe emplearse personal con habilidad manual.

Los trabajos de mantenimiento exigen calidad y, sobre todo, la aplicación de un amplio criterio económico, pues en ocasiones es preferible cambiar una parte de una máquina, aunque esto a primera vista parezca muy costoso que cambiar, por creerlo más económico, una pequeña pieza que no garantice que la máquina pueda continuar trabajando sin interrupción. También existen ocasiones en que es necesario ejecutar una reparación de emergencia, pero de buena calidad a fin de programar posteriormente una reparación adecuada, pues de otra forma quizá se vería demasiado afectado el servicio.

Por lo tanto, para que el personal de mantenimiento consiga un criterio adecuado, sustentado sobre bases firmes, es necesario establecer, en primer lugar, políticas que determinen, aunque de una manera general, cómo debe actuarse en los casos más comunes del mantenimiento. Después del establecimiento de estas normas se hace necesario sistematizar el trabajo de mantenimiento estableciendo procedimientos, a fin de ejecutarse éste, en la forma más repetitiva posible, para así lograr un mejor rendimiento.

El trabajo de mantenimiento debe anteponerse a los trabajos de ampliación o de sustitución de maquinarias o equipos, y sólo debe subordinarse a las labores de producción, siempre y cuando el análisis de éstas demuestre que son más importantes, en cuyo caso se programará la fecha en que se debe intervenir, la cual deberá ser invariablemente respetada. Si se ha considerado que es necesario efectuar determinados trabajos de mantenimiento, hay que hacerlos a toda costa, pues éstos tienen prioridad, ya que van a proporcionar a la maquinaria de elaboración del producto el grado de confiabilidad necesario.

El mantenimiento para su estudio se divide en:

- a) Mantenimiento preventivo.
- b) Mantenimiento predictivo.
- c) Mantenimiento correctivo.

### **III.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo puede ser definido como la conservación planeada de fábrica y equipo, producto de inspecciones periódicas que descubren condiciones defectuosas. Su finalidad es reducir al mínimo las interrupciones y una depreciación excesiva, resultantes de negligencias. No debería permitirse que ninguna máquina o instalación llegase hasta el punto de ruptura.

La existencia de diferentes condiciones en, equipos, instalaciones, ha determinado a través del tiempo la necesidad de diferentes prioridades y técnicas para la aplicación del mantenimiento preventivo, a continuación se expondrán los criterios de cada una de ellas:

- 1.- **Mantenimiento periódico.-** Es aquel que considera que la probabilidad de cambios en las características físicas de los componentes de una maquinaria en particular, se incrementa a partir de cierto número de horas de trabajo y deberá cambiar determinadas piezas sin importar su estado, inspeccionar otras y proceder conforme el análisis de ellas, limpiar, lubricar.
- 2.- **Mantenimiento progresivo.-** El objetivo de este mantenimiento progresivo, es el de realizar trabajos al equipo en forma racional y progresiva, bajo un programa que aproveche el tiempo en

que éste no está prestando servicio; ya que generalmente los tiempos ociosos no son tan grandes que permitan desarrollar todas las labores necesarias de una sola vez.

3.- **Mantenimiento técnico.**- Es una combinación de los mantenimientos periódico y progresivo, en éste se efectúan algunos trabajos periódicos al equipo bajo calendario después de ciertas horas de funcionamiento, pero en forma progresiva, ya que se aprovechan tiempos ociosos para que de acuerdo con la prioridad establecida, se realicen los cambios de piezas, lubricación.

Este mantenimiento reúne el concepto de labores de mantenimiento después de ciertas horas de trabajo enunciado por el periódico y la utilización de los tiempos en que no está prestando el servicio del progresivo.

4.- **Mantenimiento analítico.**- En los trabajos a efectuar se derivan del análisis de la estadística de fallas, de las recomendaciones del fabricante del equipo, de las condiciones del lugar donde está instalado éste, de la calidad de la instalación, y de la mano de obra de operación. No se interviene el equipo periódicamente, sino hasta el momento en que el análisis indique la necesidad de efectuar labores de mantenimiento para prevenir fallas que reduzcan la calidad del servicio.

5.- **Mantenimiento sintomático.**- Son las labores enfocadas al arreglo de fallas detectadas por medio del estudio de los síntomas observados en el funcionamiento de un equipo (ruidos, temperaturas anormales, lecturas de medidores, escape de fluidos, consumo anormal.).

6.- **Mantenimiento continuo.**- En él se ejecutan las labores en forma muy frecuente y estables al equipo siendo éstas o no necesarias; se basa en el concepto de que mientras mejor atendida esté la máquina, su funcionamiento será óptimo.

7.- **Mantenimiento mixto.**- Es la aplicación de labores correctivas y preventivas de cualquier tipo, pero al mismo tiempo.

El mantenimiento preventivo puede necesitar dos tipos de persona para ser atendido: un tipo poco especializado, para hacerse cargo del mantenimiento preventivo ligero, y otro muy especializado, para hacerse cargo del mantenimiento preventivo a fondo. Es de hacerse notar que esta última persona, la especializada, también puede hacerse cargo de trabajos de mantenimiento preventivo ligero, con el consiguiente aumento de costo de mano de obra. En muchas empresas se tiene la tendencia a tener personal bastante preparado y el cual puede atender ambos mantenimientos, aun con el aumento de los costos de mantenimiento; ésta es una buena política, ya que evita la especialización desmedida del personal de mantenimiento, originando esto una división muy grande de las categorías de éste, en perjuicio de la buena coordinación de las labores

de mantenimiento, aunque no hay que olvidar que existen pequeñas labores de mantenimiento preventivo y correctivo ligeros, que deben ser asignadas al personal de producción.

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

Los programas se dividen en:

- 1.- Programas de visitas.
- 2.- Programas de inspecciones, pruebas y rutinas.
- 3.- Programas de reconstrucción.

1.- Programas de visitas.- Estas son las listas de los lugares o artefactos a los cuales debe dirigirse el personal e mantenimiento, de acuerdo con la frecuencia que se haya estimado necesaria, para desarrollar los trabajos de mantenimiento recomendados por el fabricante, y la propia experiencia de los técnicos de mantenimiento en la especialidad.

Es necesario usar dos tipos de programas de visita, a largo y corto plazo. El primero debe ser anual, preparado por el jefe de mantenimiento. Dicho programa será fijo y será el resultado de una junta de planeación del mantenimiento, en la que intervendrán los supervisores de mantenimiento de mayor nivel; se discutirá la cantidad y calidad de trabajo a desarrollar en cada visita; se determinarán las horas hombre necesarias y el orden de prioridad en cada una de éstas. Este será el programa de largo plazo, el cual es estático y representa el objetivo a alcanzar.

Mensualmente, cada supervisor construirá su programa de corto plazo que abarque las labores del mes siguiente, entregándolo a su personal de mantenimiento, comprobando más adelante que se esté cumpliendo con lo previsto.

Los equipos que deben mantenerse dependen del giro y de la importancia e la empresa, pero generalmente se tiene que atender lo siguiente:

Máquinas (equipo electrónico, eléctrico, electromecánico, mecánico).

Edificios (azotea, ventanas, pisos, paredes).

Sistemas de seguridad (mangueras, extintores, puertas).

Transporte (vehículos de toda clase).

Buenos programas de visitas aseguran la atención adecuada de los sujetos a mantener, debiendo complementarse con buenos diagnósticos y mano de obra del personal de mantenimiento, lo que se traduce en inspecciones eficientes, pruebas útiles y rutinas bien ejecutadas.



2. - Programas de inspecciones, pruebas y rutinas.- Son listas que indican las partes e un artefacto o maquinaria que hay que inspeccionar, probar o rutinar, generalmente presentan lugares para anotaciones sencillas durante todo un año. Deben estar colocadas al lado mismo de la maquinaria a que se refiere el programa, para permitirle al personal de inspectores y supervisores verificar objetivamente si los trabajos que indican las anotaciones en este programa, han sido ejecutados en la máquina.

Cada año se cambiará por un nuevo programa, debiendo ser estudiado el anterior para comprobar si la frecuencia de las visitas es la adecuada, ya que económicamente la empresa se ve afectada tanto si son muchas visitas (daños mínimos) como si son pocas (daños muy repetidos). Para facilitar el diagnóstico se tiene en dicho programa dos columnas en cada visita, P indica visita por mantenimiento preventivo y C por mantenimiento correctivo (falta en el servicio que presta la máquina), por lo que al terminar el año se podrá comparar estas anotaciones entre si y podrá analizarse con facilidad si la frecuencia de visitas es la adecuada tomando siempre en cuenta otros factores, tales como edad y calidad de la máquina, cantidad de trabajo a que está sujeta.

En estos programas hay que poner un máximo cuidado para su elaboración, pues cada renglón que en él se considere debe ser debidamente ponderado, a fin de no maltratar la máquina inútilmente. Hay que tomar en cuenta sólo las revisiones y pruebas de aquellas partes que nos indiquen la calidad de servicio que está prestando la máquina, pues si bien los programas de visitas nos obligan a visitar cada máquina con una mayor o menor frecuencia, y como habíamos visto, si ésta no está adecuada, se experimentarán pérdidas económicas. No es menos cierto que, considerar sin fundamento la atención a una parte de la máquina, en nuestro programa de inspecciones, pruebas y rutinas, puede ser más peligroso que lo anterior.

3.- Programas de reconstrucción.- Estos programas indican por quién y cuando se debe hacer cada trabajo, cuándo debe de empezarse y cuándo terminase. Es necesario aclarar que cuando se hacen los programas de inspecciones, prueba y rutinas, los trabajos de mantenimiento ahí considerados no forzosamente tienen que ser el 100% de los necesarios para obtener un alto grado de eficiencia en la máquina mantenida, sino que dichos trabajos, deben ser perfectamente aquilatados, a fin de que sean exclusivamente los indispensables desde el punto de vista económico. Es decir, tomando como ejemplo un aparato televisor, para hacer en él un buen mantenimiento sería necesario cambiar periódicamente bulbos, condensadores, resistencias, ya que éstos, con el tiempo, se van haciendo viejos, cambiando sus características eléctricas; sin embargo, será tolerable hacer de vez en cuando una limpieza general y el cambio de los bulbos o partes que vayan resultando dañadas; no puede seguirse la misma política con todos los equipos, pues la importancia del servicio que prestan algunos nos obliga a ser cuidadosos en su mantenimiento; pero en cualquier forma, se debe buscar siempre el mantenimiento más

económico, es decir, aquel que garantice un buen servicio de la maquinaria mantenida con el menor costo de mantenimiento más pérdida del servicio por paros; debiendo tener cuidado de no sacrificar los gastos de éste y posteriormente que lamentar gastos mayores al vernos obligados a corregir de inmediato fallas (mantenimiento correctivo) que generalmente se presentan por un mantenimiento preventivo mediocre o mal calculado.

Por lo tanto, es necesario considerar que los reportes de deficiencias entregados al jefe de mantenimiento por su personal están acusando los problemas originados por ese envejecimiento de la maquinaria; es precisamente este trabajo el que debe ser programado como labores de reconstrucción, para volver a poner en un nivel aceptable de funcionamiento a la maquinaria; así que el jefe de mantenimiento, auxiliado por los reportes de deficiencias, ordenará un estudio en la máquina afectada, con el objeto de expedir las órdenes de trabajo de mantenimiento necesarias, las que serán programadas a fin de disponer de personal y material en el lugar y momento deseados.

Debidamente dirigido, el mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a la empresa dinero en conservación y operación.

En todo plan de mantenimiento preventivo se pueden introducir cuantos refinamientos se deseen.

Un programa de mantenimiento preventivo bien intencionado debe incluir:

- 1.- Una inspección periódica de las instalaciones y equipo que puedan originar fallas o una depreciación perjudicial.
- 2.- El mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes de que lleguen a revestir gravedad.

Si se permite que el equipo o instalaciones se deterioren, sea por un falso sentido de economía o por una producción muy presionada, es preciso trazar planes para elevar el nivel del equipo hasta un estándar mínimo de mantenimiento, antes de iniciar un programa de mantenimiento preventivo en regla, ya que es necesario llegar a una cierta condición de estabilidad para introducir técnicas de mantenimiento preventivo. De otro modo, la fuerza de mantenimiento estará demasiado ocupada reparando averías para que se pueda llevar a cabo una inspección y mantenimiento bajo programa. Diremos, como regla empírica, que una fábrica que emplee el 75 % de su tiempo de mantenimiento en arreglar descomposturas, es posible que llegue a tropezar con serias dificultades para pasar a una situación de mantenimiento preventivo, a menos de que acondicione debidamente su maquinaria para que existan operaciones normales, más bien que anormales.

Una investigación del equipo puede llevar a la eliminación de ciertas piezas o unidades de valor marginal que de ordinario imponen una fuerte carga de trabajo al mantenimiento para

conservarlas en estado de operación. Esta clase de maquinaria no podrá ser retenida si su reconstrucción o compostura resulta antieconómica.

El objetivo principal para poner en práctica el mantenimiento preventivo es bajar los costos, pero esta economía puede asumir distintas formas:

- 1.- Menor tiempo perdido como resultado de menos paros de maquinaria por descomposturas.
- 2.- Mejor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de reponer equipo antes de tiempo.
- 3.- Menor costo por concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización más económica de los trabajadores de mantenimiento, como resultado de laborar con un programa preestablecido, en lugar de hacerlo inopinadamente para componer desarreglos.
- 4.- Menos reparaciones en gran escala, pues son prevenidas mediante reparaciones oportunas y de rutina.
- 5.- Menor costo por concepto de composturas. Cuando una parte falla en servicio, suele echar a perder otras partes y con ello aumenta todavía más el costo de reparación. Una atención previa a que se presenten averías reducirá los costos.
- 6.- Menos ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como producto de una mejor condición general del equipo.
- 7.- Identificación del equipo que origina gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose así señalar la necesidad de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien, el remplazo de máquinas anticuadas.
- 8.- Mejores condiciones de seguridad.

Antes de emprender un mantenimiento preventivo es indispensable trazar un plan general y despertar el interés de quienes participen en el mismo, e inclusive de quienes le sean ajenos.

Con objeto de establecer la base para apreciar los adelantos hay que elaborar, un registro del tiempo de paro de la maquinaria causado por deficiencias de mantenimiento. No sólo se identificarán las máquinas, sino que se anotará en forma breve el motivo. Al principio se incluirá el tiempo de paro debido a defectos de diseño. Más tarde se podrá poner remedio al problema. En caso de ser posible, el costo de mantenimiento se acumulará con anterioridad a, o simultáneamente con el principio del programa.

Desde luego, habrá que dedicar gente a la iniciación y operación de un programa de mantenimiento preventivo. Las necesidades varían de acuerdo con el tipo y tamaño de la fábrica. Es un axioma que le programa deberá adaptarse a las exigencias de la fábrica de que se trate. Tendrá que implantarse poco a poco, paso por paso, más bien que de golpe.

Todo programa que reporte buenos resultados requerirá varios meses o años para quedar bien establecido. En la planeación preliminar deberán tomarse en cuenta los objetivos del programa y un itinerario preciso, a efecto de poder evaluar e informar los beneficios.

Un rasgo esencial del mantenimiento preventivo es la acumulación de datos históricos de reparación de maquinaria y equipo general, la cual se efectúa en formas de solicitud de mantenimiento mediante perforación de datos estadísticos, o bien en tarjetas de registro histórico donde se asientan manualmente las reparaciones importantes. Todo programa de mantenimiento preventivo necesita iniciarse con un conocimiento de los problemas del equipo. Un estudio de las dificultades en el pasado dirá si es preciso o no un mantenimiento correctivo. También indicará la frecuencia con que habrán de efectuarse las inspecciones para reducir al mínimo las composuras. La información de referencia tendrá como fuente de origen cualquiera de las dos siguientes:

- 1.-) Revisión de las órdenes de trabajo mantenimiento correspondientes a los dos últimos años, o antes.
- 2.-) Un análisis de los antecedentes del equipo, si es que existen.

### **III.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.**

Con el mantenimiento predictivo se predice el fallo, se interviene a consecuencia de la inspección, se práctica un diagnóstico a base de síntomas. Estos síntomas los miden los inspectores con instrumentos a veces muy complejos. Conviene resaltar que el mantenimiento predictivo no significa el establecimiento de algunas inspecciones de la maquinaria, además de las intervenciones de mantenimiento propiamente dichas. Significa más bien el tener un servicio de información sobre el estado de las máquinas, si este servicio es suficientemente fiable, el conocimiento del estado del órgano substituye de hecho la intervención de mantenimiento.

La validez del sistema se basa fundamentalmente en la validez de la información disponible y en la frecuencia de las intervenciones de inspección, que han de tener carácter sistemático.

Practicar el mantenimiento predictivo significa introducir en el servicio de mantenimiento una nueva función básica: la inspección sistemática de la maquinaria y más concretamente de los distintos órganos componentes de la misma, o de los subsistemas del sistema principal que es la maquinaria, considerada como individuo con sus características y su vida.

Admitiendo que la inspección de la maquinaria debe de hacerla siempre el personal de mantenimiento, de forma más, o menos rigurosa y formal, lo que distinga a este modo de practicar el mantenimiento de los otros de la estrecha subordinación de la intervención de mantenimiento al resultado de la inspección.

**Esto exige:**

- La sistemática rigurosa de la inspección y en consecuencia una organización formal de la misma.
- La necesidad de una elevada fiabilidad de los diagnósticos incluso para los órganos de más difícil acceso, recurriendo si es necesario a instrumentos muy sofisticados que garanticen la fiabilidad necesaria.

**Organización del servicio de inspección.**

La inspección o servicio de inspeccionar tiene que ser una función centralizada:

- Para optimizar el uso de instrumentos.
- Porque los operarios deben ser intercambiables entre áreas.
- Porque el servicio de inspección no debe estar en ningún caso ligado a las presiones que a menudo se ejercen sobre la línea; se trata, pues, de una función de staff a nivel de estacionamiento. Por razones de soporte organizativo la colocamos en la oficina de mantenimiento que desarrolla las restantes funciones de staff del servicio: a) preparación de los trabajos, b) programas de los trabajos, c) gestión del servicio informativo.

La organización del mantenimiento predictivo implica:

- La formulación del programa y del método de inspección con especificaciones de los órganos a inspeccionar.
- Determinación, para cada órgano de las máquinas críticas, de los valores límites de aceptabilidad de las características o variables que queremos medir con la inspección.
- La determinación de las frecuencias de inspección.
- El registro de los datos.
- La formación del personal que forma parte del programa de mantenimiento inspectivo.

**Programas y métodos de inspección.**

La fiabilidad del servicio de inspección depende mucho de la habilidad y sentido de responsabilidad de los operarios. En principio a cada operario se le confía un grupo de máquinas, de forma que quiera realizar un ciclo de inspección sobre todas las máquinas del grupo con una frecuencia determinada.

Como puede verse , el objetivo de esta selección no es la optimización del espacio recorrido por el operario sino la responsabilidad de que esté cubra con flexibilidad el parque de maquinas que le corresponde.

Frecuencia de inspección.

Al calcular la frecuencia óptima de inspección hay que considerar:

- La criticidad de la máquina,
- La disponibilidad de reservas,
- El diseño,
- Las condiciones de funcionamiento, y
- Las estadísticas de roturas.

El papel del mantenimiento cambia con la introducción del mantenimiento predictivo. Antes, su funcionamiento era la evaluación de la marcha de la maquinaria, aparte de la coordinación, control y asistencia técnica de los jefes de taller; de hecho era el primer inspector de la factoría. Ahora en cambio, adquiere principalmente la función de director del servicio. El servicio de inspección constituye el soporte informativo sobre las máquinas, mientras que las demás oficinas le proporcionan los datos necesarios sobre los costes referidos al presupuesto establecido. En el mantenimiento predictivo, el jefe de mantenimiento coordina y decide a base de información recibida.

#### INSPECCIÓN

La determinación de lo que se debe inspeccionar y con que frecuencia debe hacerse es uno de los puntos críticos y del que depende en gran parte el éxito o fracaso de un programa de mantenimiento preventivo. Al respecto conviene capacitar al personal en términos técnicos y técnicas de control de calidad, incluyendo la elaboración de hojas de Instrucciones de inspección.

Como guía general podemos dar las siguientes recomendaciones.

Inspeccionar.

- Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión y vibraciones.
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, depositación, etc., como es el caso de contactores eléctricos, cables eléctricos, aceites aislantes, obstrucción de tuberías, resumideros de tanques y depósitos, etc.

- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas de lubricación, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, sistemas de gas y tuberías de distribución de fluidos.
- Lo que con variaciones, fuera de ciertos límites. Puede ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite aislante, niveles de agua de enfriamiento, etc.
- Los elementos reguladores de todo lo que funciones con características controladas por presión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, intensidad de corriente, niveles de aislamiento, etc., generalmente requieren de pruebas.

### **III.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El mantenimiento correctivo es la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad de servicio para la que fueron diseñadas.

Por lo tanto, las labores que en este caso deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio.

Toda labor de mantenimiento correctivo, exige una atención inmediata, por lo que ésta no puede ser programada, sólo se tramita y controla por medio de reportes máquina fuera de servicio por lo que el personal debe efectuar los trabajos absolutamente indispensables, evitando arreglar otros elementos de la máquina o hacer cualquier trabajo adicional que no sea necesario para que pueda seguir prestando su servicio.

Este tipo de mantenimiento se divide en: mantenimiento correctivo ligero y mantenimiento correctivo a fondo, dependiendo de la importancia de los trabajos que hay que desarrollar para corregir la falta, este mantenimiento puede ser atacado por dos tipos de personal; el de escasa preparación atenderá el mantenimiento correctivo ligero, el personal especializado tendrá que atender el mantenimiento correctivo a fondo o ambos.

El mantenimiento correctivo se controla por medio de reportes "máquina fuera de servicio", lo cual debe ser atendido de inmediato, pues un reporte de esto significa siempre la pérdida de la calidad del servicio. Este tipo de mantenimiento, por su falta de planeamiento y programación, es el más caro; por lo tanto, debe tenerse cuidado de que al atacar un mantenimiento correctivo no se traspan los linderos del mantenimiento preventivo.

Es muy común que el personal de mantenimiento, al ocurrir una pérdida de la calidad del servicio, ocasionado por la falla de una máquina, aproveche para arreglar algunos otros elementos de ésta, o cambiar piezas o hacer cualquier trabajo adicional que no es esencial para que la máquina pueda seguir proporcionando dicho servicio. Como esta labor ha resultado de una acción

imprevista, es difícil que se tenga todo lo necesario para el arreglo concienzudo de la máquina, dando por resultado que el paro se prolongue innecesariamente más allá de lo indispensable con el consiguiente aumento en los costos por baja producción.

Todos los casos de mantenimiento correctivo deben atacarse de inmediato, a fin de lograr que el artefacto proporcione el servicio lo más pronto posible; después, el responsable, debé hacer un reporte de anomalías, con las observaciones que crea pertinentes, a fin de pedir posteriormente la orden de trabajo de mantenimiento preventivo y programarla.

Es indispensable pensar que los trabajos de mantenimiento correctivo, para que sean económicos, deben ser de emergencia con este término no queremos decir que deben ser mal hechos, pues en toda emergencia se puede poner la atención y calidad debidas para que ésta asegure el servicio más allá de la fecha en que se calcule se pueda hacer el mantenimiento preventivo; por lo tanto, siempre que se ejecute algún trabajo de mantenimiento correctivo, el personal de mantenimiento debe tener criterio lo bastante normado para efectuar los trabajos absolutamente indispensables, a fin de restablecer el servicio de una manera rápida y segura.

Para aumentar la confiabilidad, en muchas ocasiones es necesario tener una máquina de reserva, lista para entrar en acción, si es posible automáticamente, al sufrir un paro la máquina normal en servicio.

### **III.4 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**

Muchas máquinas tienen un equipo eléctrico fundamental compuesto de motor, dispositivos de distribución de corriente y armario de control.

El motor precisará pocos cuidados, aparte de una verificación periódica, ya que es la parte de la máquina más libre de perturbaciones. De todos modos, debe mantenerse limpio, seco y adecuadamente lubricado. Estos cuidados deben llevarse a cabo a intervalos regulares y por parte de mano de obra especializada.

Muchas averías del motor pueden atribuirse a la entrada de suciedad, agua, aceite o virutas de metal, e incumbe a los constructores proveer una protección adecuada para eliminar, en lo posible, estas contingencias. Si no se da esta circunstancia y se ven peligros evidentes, resulta adecuado, y además económico, colocar una simple cubierta hecha de chapa metálica como protección, para evitar la entrada de humedad o de arenilla.

Hay que realizar inspecciones y, si no están incluidas en un sistema de mantenimiento planificado, debe examinarse todo el equipo eléctrico al menos una vez cada tres meses. Los párrafos siguientes pueden servir de guía para los cuidados precisos:



### III.4.1 MOTOR

A) **ADVERTENCIA ASEGURARSE DE QUE LA CORRIENTE ELÉCTRICA ESTA DESCONECTADA.** Comprobar las cápsulas de grasa y rellenarlas con la grasa adecuada. No engrasar demasiado. Buscar posibles pérdidas de grasa y repararlas si es necesario.

B) Extraer, mediante aire comprimido, toda la suciedad o el polvo que se hayan acumulado. Al realizar esto, conviene colocar la boquilla lejos de las aberturas, para impedir que el polvo sea arrastrado hacia el interior del motor. Cuando se usa una conducción de aire comprimido, es importante asegurarse de que no hay agua condensada en la tubería, la cual podría dirigirse hacia el motor. Extraer cuidadosamente el polvo desde el interior del motor hacia cada una de las aberturas extremas.

C) Inspeccionar el colector, los dispositivos de las escobillas y los anillos colectores. Limpiar todas las superficies de contacto. Las escobillas deben conservarse limpias de polvo de cobre y de carbón. Este polvo debe disminuir hasta prácticamente desaparecer, una vez haya finalizado el período de rodaje del motor; Debe haberse establecido ya una película en las escobillas y en el colector que reduce el desgaste a un mínimo.

Las escobillas han de moverse libremente en sus alojamientos y, si es preciso sustituir alguna escobilla, debe seleccionarse una de calidad adecuada para el cambio. Es preciso comprobar el colector para observar su estado y ver su grado de desgaste. Si éste se considera excesivo, es necesario realizar un examen más detenido. A continuación hay que examinar las ranuras entre los segmentos para detectar posibles obstrucciones debidas a parafinas o aceite. Este tipo de material puede eliminarse bastante fácilmente y la mica, entre los segmentos, debe estar a .8 milímetros aproximadamente, por debajo de la superficie de cobre. Cuando se limpian las ranuras entre segmentos, debe tenerse la precaución de no dañar la superficie del conmutador.

Los anillos colectores precisan muy pocos cuidados, excepto las permutaciones y limpiezas periódicas. La permutación puede hacerse en las conexiones de los soportes de escobillas, cada seis meses; esto asegurará el desgaste uniforme de los anillos.

D) Los cojinetes muy desgastados pueden hacer que el rotor frote contra el estátor. Esto puede producir desperfectos muy costosos. Comprobar que no se produce elevación del eje del motor, al aplicar una ligera acción de palanca, con una barra, debajo del eje. Si es necesario se sustituirán los cojinetes.

### III.4.2 CUADRO DE CONTROL

El cuadro de control de todos los mecanismos relacionados con las máquinas debe ser examinado al mismo tiempo que el motor. El servicio postventa del fabricante y los manuales de instrucciones para el mantenimiento son muy útiles en este sentido, si se puede disponer de ellos.

Antes de proceder a la revisión de cualquier parte del equipo eléctrico es esencial aislarlo de la toma de corriente y también colgar un aviso de "MAQUINA AVERIADA", sobre el interruptor de desconexión. Si es necesario, el electricista debe sacar los fusibles principales y conservarlos en su poder.

### III.4.3 ENCLAVAMIENTOS

Para atender los reglamentos de seguridad, todo medio de fácil acceso a los dispositivos de mando debe estar provisto de alguna forma de aislamiento. Puede instalarse un interruptor de desconexión enclavado con el cuadro de mando para asegurar, por medios mecánicos, que la puerta no puede ser abierta y las partes por las que circula corriente no puedan tocarse hasta que el interruptor haya sido colocado en la posición de "DESCONECTADO". Debe comprobarse periódicamente para asegurar que su funcionamiento sea correcto.

El cuadro de control no debe usarse como espacio de almacenaje para piezas de metal excedentes y otros objetos, a menos que se despeje la tapa antes de abrir la caja para examinar su interior. De lo contrario, es posible que se produzcan daños en los mandos, causados por materias extrañas que pueden caer sobre ellos.

Conviene conservar engrasados todos los tornillos de la tapa, para evitar el agarrotamiento debido a la corrosión.

### III.4.4 CONTACTOS

Los contactos de cobre se deterioran después de un servicio continuado, a causa de desgaste, quemarse o soldarse. Para restaurar el perfil, puede hacerse necesario el uso de una lima fina. No es recomendable la lija. Después de limar, puede reducirse la presión de contacto y reajustarse a su valor correcto. Una presión de contacto inadecuada puede hacer que los contactos lleguen a soldarse. Entonces, el dispositivo protector no podrá separar los contactos en condiciones de corto circuito.

Todos los puntos de contacto han de lubricarse semanalmente con una fina película de aceite para máquina, fluido y de buena calidad, y deben ser comprobados para asegurarse de que están libres. Comprobar los conductores flexibles, haciendo un puente entre los pivotes. Deben reemplazarse si aparecen quemados o retorcidos.

En la mayor parte de los arrancadores de motores, los contactos de sostenimiento o de retención deben estar graduados de modo que se cierren después que los contactos principales. Si se

cierran antes, los contactos de retención y los de pulsador de "arranque" tendrán que soportar, momentáneamente, la corriente de arranque del motor y pueden quemarse gravemente.

Todos los contactos de los arrancadores deben de hacer conexión simultáneamente. Cuando se usan vástagos de guía, deben mantenerse ligeramente lubricados con objeto de que puedan deslizarse libre y uniformemente. Debe eliminarse toda falta de uniformidad en la presión de los muelles, para suprimir traqueteos y quemaduras.

#### **III.4.5 RELES**

La aleación de plata de los contactos de los relés debe pulirse, únicamente, con herramienta especial, y no debe ser lubricada cuando está sucia.

Ha de verificarse la presión de contacto cada tres meses, por medio de un comprobador especial "tipo palanca". Para lubricar los pequeñísimos ejes, engranes y cojinetes de agujas, es práctico usar una aceitera hipodérmica.

Evite el doblar los resortes cuando sea necesario hacer ajustes. Pueden comprarse herramientas especiales para ajustar la presión y el entre hierro, a los fabricantes de relés.

#### **III.4.6 CUADRO ELECTRÓNICO DE CONTROL**

Hay que inspeccionar los componentes para localizar huellas de quemaduras, pérdidas de resina o de otros compuestos, y corrosión de los contactos.

Todo componente, del que se sospeche que es defectuoso, debe reemplazarse por otro del mismo valor. Después, el componente dudoso debe ser ensayado y, si el resultado es satisfactorio, ser conservado como recambio.

Los tubos electrónicos deben limpiarse sin desplazarlos de su lugar, a menos que se sospeche de algún defecto. Limpiar todo el equipo con un paño o un paño o un pequeño cepillo ya que el polvo puede atraer a la humedad y producir deterioros. No utilizar fundentes ni pastas que puedan ser corrosivos, si tiene que realizarse un trabajo de soldadura; conviene emplear un hierro de soldar de cabeza extremadamente pequeña. Esto evitará daños a los componentes próximos.

### **III.5 LOCALIZACIÓN Y CORRECCIÓN DE ANOMALÍAS EN LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS**

En muchas máquinas herramientas se desarrollan defectos, durante su período normal de vida, los cuales pueden atribuirse al desgaste y, a veces, al uso incorrecto y al mal diseño.

En el funcionamiento de estas máquinas, son factores importantes la fortaleza y la rigidez de las bancadas y los cojinetes. Los dispositivos de sujeción y las herramientas de corte pueden contribuir también a los acabados deficientes y a las imperfecciones.

Cuando surgen defectos que ocasionan vibraciones e inexactitudes, a veces es difícil localizar las causas. La lista siguiente menciona las partes de las máquinas en que es más probable que se produzcan estos defectos y va seguida de explicaciones detalladas sobre el modo de corregirlos:

- (a) husillos principales;
- (b) guías y placas guías (cuñas);
- (c) platos (mandriles);
- (d) torteras y portaherramientas;
- (e) cimentaciones de las máquinas;
- (f) engranajes;
- (g) árboles, brazos y soportes;
- (h) partes hidráulicas;
- (i) husillos roscados y tuercas.

#### **III.5.1 HUSILLOS PRINCIPALES (ARBOLES)**

Si se presentan vibraciones en el funcionamiento de máquinas herramientas pesadas, tales como los tornos, la causa más frecuente será un excesivo juego radial en los cojinetes del husillo principal. Debe permitirse que el árbol alcance la temperatura de trabajo y entonces verificarlo por elevación, mediante la colocación de una barra en la parte inferior y haciendo una suave acción de palanca hacia arriba. Un comparador, colocado encima y en contacto con la parte superior del husillo, indicará la magnitud de la elevación o juego libre. Es importante que la elevación indicada por este método no sea el resultado de una presión excesiva, cuya aplicación haya causado la flexión del árbol. Si se hacen varias comprobaciones por separado, antes de tomar una decisión, no habrá ninguna confusión entre la elevación del árbol y su flexión.

Si el juego es superior a 0.01 mm (0.0004), deben corregirse los cojinetes.

El deslizamiento axial es un movimiento axial indeseable que se produce a cada vuelta y que puede ser causado por errores de fabricación, por ejemplo, falta de paralelismo de las caras de los rodamientos de empuje, o irregularidades en los caminos de rodadura de las bolas. El objetivo debe ser eliminar por completo este error, pero, si esto resulta imposible, no se debe permitir que exceda los 0.001 mm (0.0004 pulgadas).

El juego longitudinal es la libertad de movimiento que precisa un árbol para impedir el agarrotamiento cuando está caliente. Debe mantenerse en un mínimo, nunca mayor que 0.01 mm (0.0004 pulgadas).

Los husillos con agujeros cónicos, para alojar platos o herramientas, a veces se dañan o se desgastan. Puede hacerse una verificación usando el mismo cono de un plato o de una herramienta, como calibre. Para ello se aplicará una capa de azul prusia al cono (asegurándose antes de su buen estado), el cual se introducirá luego en el agujero cónico del husillo. Pueden reconocerse, así, fácilmente, las zonas de desgaste o de rayado y proceder a la adecuada corrección mediante un bruñido o bien por aplicación de papel de esmeril de alta calidad, si el agujero no está cementado.

#### Husillos portamuela

Se puede originar vibración debido al desequilibrio de la muela, producido por un desgaste desigual de la misma. Cuando esto ocurra a menudo, debe llevarse a cabo una verificación. Esta se realiza desmontando la muela de la máquina (después de repararla con la herramienta de diamante) y comprobando el equilibrio estático de todo el conjunto, colocándolo sobre bordes afilados. No debe permitirse nunca que el líquido refrigerante incida en una muela mientras esté parada: por ser está porosa absorbería parte del líquido, lo cual provocaría un considerable desequilibrio inicial, cuando la muela empezase a girar. Con ello podrían dañarse fácilmente los cojinetes del husillo principal.

### III.5.2 GUÍAS Y PLACAS GUÍAS (CUÑAS)

#### A) Guías y correderas

El comportamiento insatisfactorio de las máquinas es frecuentemente atribuible al desgaste de las guías que tiene lugar inevitablemente, después de un cierto número de años. Cuando la guía sólo se ha desgastado en una zona limitada, es a menudo difícil conseguir un ajuste que permita un completo movimiento de la corredera de modo que pueda utilizarse satisfactoriamente. Deben

verificarse las guías para que asienten bien las correderas, mediante la aplicación de azul de prusia en las correderas y obligándoles a deslizarse, después, adelante y atrás para que queden marcas en la pasta. Las guías deben ser siempre ajustadas con exactitud usando, para comprobación, una galga de espesor de 0.025 mm (0.001 pulgadas).

Puede hacerse la corrección rascando manualmente la corredera contra una placa plana o un filo recto; con ello se facilita el ajuste necesario a lo largo de toda la zona de deslizamiento. Otro método consiste en usar una rectificadora portátil. Ambos métodos, que solo deben considerarse como medidas de emergencia, pueden ser muy costosos, y únicamente deben aplicarse si el resto de la máquina está en buenas condiciones.

#### **B) Placas guías**

Las placas guía cónicas deben verificarse, en cuanto a asiento, embadurnando con azul prusia las superficies de guías correspondientes y moviendo varias veces las correderas adelante y atrás para que queden marcadas en la pasta. Las placas guía que ajustan mal deben ser rascadas o rectificadas y, en ambos casos, ajustadas de modo que acoplen perfectamente, controlándose mediante galga de espesor de 0.025mm (0.001"). Las placas guía cónicas que ya no pueden adaptarse más, pueden suplementarse con placas de acero rectificadas para que el ajuste sea de nuevo posible. En ningún caso deben suplementarse las placas mediante laminillas de acero.

#### **C) Placas guía paralelas.**

Las placas guía paralelas deben verificarse, en cuanto a asiento, tal como se a descrito antes para las cónicas; deben corregirse mediante rasquetado o rectificado y, finalmente, deben ajustarse usando una galga de espesor de 0.025mm (0.001"). Para ajustar las placas guía paralelas mediante tornillos de ajuste colocados a lo largo de las correderas, debe practicarse el siguiente procedimiento:

Ante todo, deben apretarse a tope todos los tornillos, con objeto de trabar la placa guía contra la corredera. Después se ha de aflojar cada tornillo desenroscándolo media vuelta, asegurándose de que el giro es el mismo en todos. Entonces se puede verificar si se produce el deslizamiento libre de la corredera. De no ser así, se continuara aflojando hasta que la corredera se deslice libremente y luego se verificara la guía con galga de espesor de 0.025mm (0.001"), para asegurarse de que ajusta correctamente. Si la galga no entra, se bloqueara cada tornillo por medio de su tuerca; pero si entra, deberá repetirse la totalidad de la operación, teniendo cuidado, esta vez, de no aflojar demasiado los tornillos.

#### **D) Placas de sostén.**

También las placas de sostén deben verificarse con galgas de espesor. Si el desgaste es evidente, deben desmontarse y rasquetearse o rectificarse, de modo que, cuando estén montadas de nuevo, se mantengan los juegos originales entre las placas y las guías.

Al verificar los juegos de las placas de sostén con galgas de espesor, debe tratarse siempre que los dos extremos de las mismas estén en contacto con las guías, con objeto de que se ponga de manifiesto un posible desgaste desigual. Este puede tenerse en cuenta cuando se reajusten dichas placas.

### **III.5.3 PLATOS (MANDRILES).**

#### **A) Platos con juego excesivo.**

Los platos que ajustan mal, a causa del desgaste de las roscas de los tornillos de los contra-platos o del desgaste de los soportes, son frecuentemente responsables de muchos fallos en la calidad de las piezas producidas. Las fijaciones del plato deben ser verificadas poniendo una barra debajo del mismo y haciendo palanca con ella, hacia arriba. Se puede detectar el posible movimiento mediante la colocación de un comparador encima del plato y en contacto con el. Al llevar a cabo esta comprobación, téngase siempre en cuenta el juego permisible del husillo.

Si hay una holgura evidente entre el plato y el extremo del husillo del torno, cuando todos los pernos del contraplato han sido apretados, debe colocarse un nuevo contra-plato, teniendo cuidado de observar cualquier desgaste que pueda haberse producido en el extremo del husillo del torno.

Los platos montados directamente en el extremo del husillo, sin necesidad de contra-plato, son menos susceptibles de aflojamiento; aunque, también aquí, hay que tener cuidado de asegurarse de que todos los pernos de fijación estén apretados y de que los soportes estén en buen estado. En todos los casos, la fijación al extremo de los husillos debe estar bien asegurada; no debe observarse ningún movimiento relativo.

#### **B) Garras de los platos**

Las garras de los platos deben ser verificadas para descubrir posibles desgastes. Es importante que el desgaste de las correderas de las garras, en contacto con el plato, no exceda los 0.127 mm (0.005") en los platos de diámetro inferior a 305 mm (12") y los 0.2 mm (0.008") en platos de diámetro superior a 305 mm. El desgaste entre las garras y el dentado en espiral de los platos con tres garras debe ser comprobados también, y no debe ser superior a 0.127 mm (0.005"). Debe ser comprobado el desgaste entre las garras y los tornillos de los platos de cuatro garras, para

descubrir un posible exceso de juego. El movimiento máximo permitido no debe sobrepasar el diez por ciento del paso del tornillo.

Las garras en las que se hayan desgastado las caras que están en contacto con la pieza (a veces denominada garras acampanadas), pueden ser corregidas por mecanización, mediante la colocación de un anillo de acero en la parte exterior de las garras, trabando a éstas contra el anillo. Después se las rectifican o se las mandrina con la propia máquina. De este modo, mediante un mandril portamuelas, puede rectificarse un plato montado en un torno revólver.

#### **III.5.4 TORRETAS Y PORTAHERRAMIENTAS.**

Las torretas deben ser firmemente asentadas para poder conseguir buenos trabajos de mecanizado. Normalmente, el asiento es cónico, de bases planas o en cola de milano.

Los asientos cónicos pueden verificarse con azul de prusia. La superficie de apoyo mínimo permisible es de noventa por ciento de la superficie total. Se pueden hacer verificaciones similares en el caso de asiento plano o en cola de milano. Si hay topes de fijación dotados de resorte, conviene asegurarse de que éste se comprime hasta que el tope queda por debajo de la superficie de asiento. Si los topes sobresalieran mantendrían la torreta fuera de su asiento y esto podría perjudicar la rigidez.

Cuando la fijación se realice mediante un perno central, es preciso comprobar que éste firmemente atornillado, o asegurado dentro de su base y vigilar que no haya movimiento libre.

Algunas veces, los asientos de herramienta de una torreta habrán sido deformados por excesivo apriete de los tornillos de sujeción. Hay que verificar estos asientos y, si es necesario planearlos. En dicha operación debe sacarse el menor espesor de material posible con objeto de evitar que la torreta pierda resistencia. Siempre que se hayan deformado, los tornillos de sujeción de las herramientas, deben sustituirse y los taladros deben roscarse de nuevo. Cuando se haya desgarrado la rosca, lógicamente debe retaladrarse el agujero y roscarse de nuevo al tamaño inmediato superior. Los tornillos de repuesto deben estar templados.

#### **III.5.5 CIMENTACIONES DE LAS MAQUINAS.**

Para la correcta nivelación de cada máquina es necesario utilizar un nivel de precisión, y hay que asegurarse muy bien de que la máquina queda emplazada sólidamente una vez nivelada.

Frecuentemente, no es necesario anclar las máquinas mediante pernos; así ocurre con los tornos de tamaño medio, las fresadoras y las rectificadoras. Sólo es preciso disponer bajo su base una capa de mortero, después de la nivelación, y ya no requieren ningún otro tipo de cimentación,



siempre que el suelo tenga un espesor mínimo de 230 mm. (9") de hormigón. Las máquinas cuyo peso sobrepase las diez toneladas precisarán cimentaciones más adecuadas. Sin embargo, siempre que se instalen máquinas herramientas especiales conviene preguntar al constructor que cimentaciones recomienda para su máquina.

### **III.5.6 ENGRANAJES.**

Los engranajes poco ajustados a los árboles tienen tendencia a saltar periódicamente y, por lo tanto, a transmitir movimientos irregulares.

Los pares de engranajes que presentan poca holgura al engrane producen perturbaciones parecidas, y por lo tanto conviene asegurarse de que hay suficiente juego entre los dientes. Los dientes ligeramente dañados (a causa de haber caído materias extrañas entre ellos, por ejemplo) deben repararse mediante pulido con piedra, siempre que sea posible. Los engranajes muy desgastados o dañados constituyen una fuente muy importante de perturbaciones y, en muchos casos, no puede hacerse otra cosa que sustituirlos. Esta clase de deterioros de los engranajes va normalmente acompañada de fuerte ruido, por lo que pueden detectarse fácilmente.

### **III.5.7 ARBOLES, BRAZOS Y SOPORTES.**

Los asientos de árboles que ajusten mal pueden corregirse a veces con un bruñido o con el uso de papel lija de buena calidad. Los casos extremos pueden remediarse posiblemente con un rectificado del asiento, con el mandril montado, mediante la utilización de un portamuelas montado en el carro portaherramientas.

La desalineación, debida al desgaste, de los brazos superiores y soportes de los árboles constituye un problema importante. Puede resolverse mandrinando los soportes.

### **III.5.8 HUSILLOS ROSCADOS Y TUERCAS.**

El juego entre un husillo de avance y su tuerca no debe exceder de 0.38 (0.015"). En algunos de los casos de juego excesivo, pueden volverse a mecanizar el tornillo y, después, hacer una nueva tuerca que se adapte al tornillo remecanizado. Cuando esto no sea posible, hay que sustituir tornillo y tuerca.

Las tuercas con juego en sus alojamientos contribuyen a la presencia de inexactitudes y de acabados deficientes y, por lo tanto, deberá actuarse en consecuencia.

Los ligeros desplazamientos del extremo del eje de los husillos deben ser eliminados ajustando los anillos de empuje (anillos de bolas).

Cuando se presenta desalineación entre tornillo y tuerca, a causa del desgaste de una corredera, algunas veces se puede corregir aplicando el método siguiente: sacar la guía de la corredera y permitir que ésta adopte su posición natural. Colocar galgas del espesor apropiado en los lados anterior y posterior de la corredera, hasta que ambos lados estén perfectamente ajustados. Por medición de los espesores introducidos, ajustar la tuerca convenientemente.

#### **A) Sujeción de herramientas y de piezas**

Las herramientas mal sujetadas pueden causar errores y vibraciones en el mecanizado. Siempre que sea posible, ha de procurarse que las herramientas trabajen con el menor voladizo posible para conseguir una fijación satisfactoria. Cuando esto no sea posible, debe utilizarse una herramienta más robusta. El problema de aquellas piezas a mecanizar que deban girar en situación de desequilibrio puede a veces, remediarse utilizando contrapesos.

Una pieza de sección delgada que esté deficientemente fijada, además de ser perjudicial para la máquina, siempre es extremadamente difícil de controlar.

Otras causas de inexactitudes y de acabados incorrectos son:

- (A) Velocidades de corte y avances inadecuados.
- (B) Uso de herramientas que requieren afilado;
- (C) Sección de corte demasiado grande;
- (D) Sujeción de la pieza incorrecta.

La pérdida de potencia del motor, debida a desperfecto, suciedad o fallo eléctrico, afectará la exactitud y el acabado del trabajo realizado por la máquina. Una comprobación de la velocidad de rotación con un tacómetro permitirá observar rápidamente este defecto.

Las correas trapeziales y las poleas correspondientes, si se desgastan excesivamente, producen un efecto similar; por lo tanto debe inspeccionarse el desgaste que haya podido tener lugar. Uno de los defectos frecuentes es que la correa trapezoidal, en lugar de ejercer la acción de arrastre por los lados, que es su modo normal de trabajar, pierda todo contacto lateral con la polea, debido al desgaste que se haya producido, y la arrastre por la base del trapecio. Cuando ocurra esto, puede llevarse a cabo una rápida reparación mediante un mecanizado de profundización de la ranura de la polea, hasta que alcance las dimensiones correctas. Cuando una polea disminuye de tamaño por este método, debe recordarse que variará su velocidad tangencial (o su velocidad de rotación si se trata de una polea arrastrada).

Sin embargo, la causa más frecuente de pérdida de potencia puede atribuirse al mecanismo de embrague. Los de los embragues de acoplamiento directo, como los embragues de garras, son detectados fácilmente y el remedio es obvio.

Los embragues de discos múltiples y los de cono presentan problemas más complicados. Los embragues de discos siempre tienen una placa de instrucciones, con detalles de los métodos de ajuste que hay que utilizar; éstos deben seguirse cuidadosamente. Los embragues de expansión pueden ajustarse, en muchos casos, mediante un émbolo de expansión, cuidando de efectuar una puesta a punto correcta. Un ajuste excesivo provoca la necesidad de un esfuerzo desmesurado para el funcionamiento del mecanismo; esto debe evitarse siempre.

Siempre que sea posible, antes de intentar la reparación de cualquier fallo, han de tenerse a mano los planos de la parte de la máquina de que se trate y el manual de instrucciones del fabricante. Cuando no se puedan conseguir los planos y el personal de mantenimiento no esté familiarizado con la máquina, deben hacerse esquemas sencillos de los montajes, para que no se produzcan confusiones al volver a montar las piezas una vez corregidos los inconvenientes.

### **III.6 DETERIOROS EN ENGRANAJES Y COJINETES**

#### **Deterioros en los engranajes- causas principales**

Cuando se descubren deterioros en las superficies de los dientes de los engranajes de las máquinas herramientas, es a menudo incierto atribuir el fallo, bien a la lubricación, bien a algún otro factor. Aparte de un tratamiento térmico inadecuado, las causas principales de los deterioros de los dientes de los engranajes:

#### **III.6.1 ASPEREZA DE LA SUPERFICIE ORIGINAL.**

Bajo fuertes cargas, los puntos sobresalientes de las superficies de los dientes están solicitados por encima del límite de resistencia a la fatiga del metal, una vez por cada vuelta del engranaje. Como resultado de esta sobrecarga repetida, el metal se resquebraja y se astilla dejando pequeñas erosiones en estos puntos. Antes de que se presente la fatiga, los puntos sobresalientes de la cabeza y del pie del diente, se desgastan y se pulen como resultado del deslizamiento existente durante el engrane. Por lo tanto, no aparece la erosión en estas áreas.

Sin embargo, en la circunferencia primitiva no hay deslizamiento sino solo rodadura. La rodadura no desgasta los puntos salientes y cuando el esfuerzo se ha repetido un cierto número de veces, aparecen las erosiones. Por dichas causas, éstas se presentan a lo largo de la línea primitiva.

La continua repetición de los contactos a lo largo de toda la longitud del área erosionada puede, a veces, pulir las erosiones. En este caso, el deterioro al final se corrige por sí sólo. Por otro lado, un funcionamiento continuado puede sobrecargar los bordes de las erosiones y el metal que las rodea, provocando una extensión de las zonas de fatiga del metal. Con ello, la causa principal deja de ser la aspereza original de la superficie y se transforma en un problema metalúrgico de fatiga.

Cuando los engranajes estén cubiertos de una película de fluido lubricante y cuando esta película tenga más espesor que las irregularidades de la superficie, los puntos salientes no estarán sobrecargados y no se presentará la erosión en la línea primitiva.

### **III.6.2 MATERIAS EXTRAÑAS.**

La segunda causa importante de deterioros está constituida por materias extrañas en el lubricante, que producen arañazos y señales debidas al desgaste.

Cuando el material contaminante es muy menudo, se produce una acción de afinado y pulido. Las superficies pueden mostrar un suave pulido, pero los perfiles muestran desgaste. Este desgaste puede venir indicado por una variación de juego en la cabeza del diente y por un resalte en el pie del mismo.

Cuando la materia extraña es del tipo de arenilla basta, incluso las superficies mostrarán arañazos y desgaste.

La materia extraña causante del deterioro puede ser metálica. Las partículas de metal en el lubricante proviene, en muchos casos, del propio engranaje. La causa más frecuente es el deterioro del metal debido al desconchado por fatiga de la superficie del pie del diente. En algunas ocasiones, las partículas tienen su origen en el frotamiento del costado de un engranaje contra la carcasa o contra un cojinete o un anillo. Hay que añadir que, a veces, los engranajes nuevos entran en servicio con virutas procedentes de un torneado o de un mandrilado, en sus superficies. Los casos típicos de presencia de virutas de metal en el lubricante muestran, en las superficies de engrane de los dientes, innumerables huellas circulares de una profundidad de 0.127 mm (0.005"), aproximadamente.

Para solucionar todos estos problemas, el procedimiento correcto es limpiar la instalación por vaciado, filtrando y centrifugando. Después, mediante la colocación de protectores donde sea posible, se elimina la entrada de materias extrañas.

### III.6.3 AVERÍAS MECÁNICAS.

Las averías mecánicas son la tercera causa de deterioros. Este tipo de averías incluye los dientes doblados, rotos o agrietados. Una incorrecta distancia entre los ejes de los engranajes puede causar daños en los perfiles de los dientes; a veces, los extremos de éstos pueden deformarse debido a golpes recibidos durante su montaje; las ásperas superficies de los dientes muy astillados pueden desgarrar los perfiles en engrane. Si los dientes están completamente agrietados, un examen de las superficies dañadas indicará, de ordinario, si la rotura ha sido debida a un impacto súbito o si ha sido debida a un fallo por fatiga. Las superficies que han sido fracturadas por una sobrecarga de impacto, presentan un color oscuro y una estructura cristalina o granular, que es más áspera que las superficies de las fracturas causadas por la fatiga.

Cuando se examina una caja de cambio de velocidades, es posible, con una cuidadosa inspección visual, identificar los dientes que se han deteriorado. El pulido de estos dientes, mediante el uso de limas o de bruñidoras manuales, impedirá que progrese el deterioro.

### III.6.4 FALLAS DEL MATERIAL.

La cuarta causa básica de los deterioros de los engranajes es la metalúrgica. Cuando el límite elástico es demasiado bajo para que permita soportar los esfuerzos impuestos a las superficies, en otras palabras, cuando el metal es demasiado blando, el deterioro se presenta relativamente pronto. El metal superficial cargado por encima de su límite elástico sufre una deformación plástica permanente. El metal fluye y se lamina formando cantos vivos en la parte superior de las cabezas de los dientes.

En algunos casos, los cantos vivos se forman también en el punto de contacto más bajo. Cuando se producen cargas de impacto, el metal puede ser comprimido hacia afuera en los bordes de los dientes. A este fenómeno, se le denomina comúnmente, martilleo. Los deterioros debidos a la falta de dureza del metal pueden presentarse incluso cuando la lubricación es completamente adecuada.

Cuando el metal está repetidamente sometido a grandes esfuerzos, inferiores a su límite elástico pero superiores a su límite de resistencia a la fatiga, se desarrollan eventualmente unas grietas infrasuperficiales que conducen a un deterioro de la superficie.

Todas las circunstancias que incrementen las cargas, aceleran la fatiga. Esta situación puede producirse por desalineación, vibración, o potencia excesiva. La vida de los engranajes de las máquinas es inversamente proporcional al cubo de la carga. Por ejemplo, si los engranajes están sobrecargados en un 100 por ciento, su vida será la octava parte de la vida normal.

Análogamente, si la desalineación ocasiona un contacto de sólo una tercera parte del flanco del diente, la vida del engranaje será de un veintisieteavo de la vida esperada.

El descochado debido a la fatiga del metal siempre se produce, en primer lugar, debajo de la línea primitiva. Empieza en un punto bajo del pie del diente.

Las superficies de la cabeza de los dientes de un engranaje siempre engranan con las superficies del pie de los dientes del engranaje opuesto; por eso, cuando se dañan las superficies del pie de los dientes mientras que las superficies de la cabeza están en buenas condiciones, es evidente que se ha producido la fatiga del metal. Se pueden deducir de ello que ha existido una buena lubricación y que el fallo ha sido debido al metal.

Fundamentalmente, la fatiga es un problema metalúrgico. El tipo de lubricante influye en el control de la fatiga de las superficies. En algunos casos, un aumento de la viscosidad puede retrasar el posterior deterioro de un engranaje que ya esté afectado por el descochado. Sin embargo, la práctica indica que, en un estado tan avanzado de la fatiga, el cambio de lubricante no elimina la fatiga ulterior. No obstante, retrasa su acción y da un aspecto más uniforme a la superficie del diente. En los engranajes que tienen que ser reemplazados continuamente debido al descochado, parece aconsejable usar un aceite denso, a pesar de la ligera disminución del rendimiento del conjunto de engranajes que podría producir este tipo de aceite.

Los datos de los distintos casos que se han presentado en los engranajes de las máquinas herramientas, durante un período de diez años, muestran que cerca de un noventa por ciento de las averías de los engranajes son debidas a la fatiga metalúrgica del tipo que producen descochados. Aproximadamente el cinco por ciento son debidas a los tres casos anteriormente mencionados, es decir, aspereza de la superficie original, materias extrañas en el lubricante y averías mecánicas. El cinco por ciento restante es debido a una lubricación deficiente.

### III.6.5 FALLAS DE LUBRICACIÓN.

La quinta causa básica de las averías es una lubricación deficiente. Las condiciones en que se encuentra el engranaje puede ser debidas a la utilización de un lubricante inadecuado para el trabajo, una carga demasiado grande para la resistencia del aceite o un insuficiente suministro de lubricante.

Cuando se produce un fallo en la lubricación, se deterioran ambas superficies del engranaje; no ocurre así cuando la causa es un fallo metalúrgico. Los dientes, de acero, bien lubricados presentan un color gris oscuro. Los dientes lubricados más deficientemente son brillantes e incluso pueden presentar un ruido intenso, como un acabado a espejo. Los dientes endurecidos mediante cementación en caja, aparecen como corroídos y quemados. Un gripado avanzado, se traduce en superficies toscamente estriadas, desde las cabezas a los pies de los dientes de ambos

engranajes. La falta de una lubricación efectiva en los materiales cementados, con bajas velocidades de deslizamiento, pueden producir una ondulación de la superficie. Esto puede ocurrir en los dientes hipoides o en los dientes rectos cementados.

Aunque un análisis de las causas de los deterioros de los dientes de los engranajes, tal como lo hemos mencionado aquí, puede parecer demasiado simplificado, no obstante, en la vida real se ha comprobado que este tipo de interpretación constituye el método más práctico para resolver los problemas de los engranajes.

### **III.6.6 ELEMENTOS PROTECTORES DE LAS GUÍAS.**

Existe siempre el peligro de que las guías no protegidas sean rayadas por virutas, mientras las máquinas están en funcionamiento. Además, en muchos talleres, es frecuentemente imposible situar las máquinas lejos del efecto de la contaminación causada por otros elementos (polvo de las muelas, virutas de las máquinas adyacentes, o incluso suciedad levantada por las carretillas al discurrir por los pasillos). Por lo tanto, vemos que todas las guías sin protección son susceptibles de contaminación y que esto puede provocar fácilmente, en ellas, un desgaste y un rayado que ocasionen costosas facturas por reparaciones.

Se fabrican numerosos tipos de protectores de guías con materiales resistentes al aceite y a la suciedad, debiéndose hacer todo lo posible para poner en práctica la protección de las guías al descubierto. El relativamente pequeño coste de instalación de estos protectores será ampliamente compensado por una reducción inmediata y sustancial de los costes de mantenimiento.

#### **Examen del estado de los rodamientos en servicio**

Los rodamientos de importancia secundaria, que no están sujetos a condiciones de trabajo particularmente difíciles, normalmente no requieren otro cuidado que la lubricación a intervalos convenientes. Sin embargo, los rodamientos más importantes y los que están montados en lugares expuesto, deben inspeccionarse regularmente. Esta verificación es sencilla y puede llevarse a cabo en las fases siguientes:

- a) Escuchar el ruido del rodamiento.
- b) Observar la temperatura del mismo.
- c) Observar el estado de los retenes de lubricante.
- d) Inspeccionar el lubricante.

### **III.6.7 RUIDO DE LOS RODAMIENTOS.**

El buen estado de un rodamiento puede ser comprobado fácilmente mediante la colocación de la punta de un destornillador en la carcasa y escuchando el ruido transmitido al mango. Si todo va correctamente, sólo se oirá un suave ronroneo; el verificador reconocerá rápidamente este sonido después de practicar el método en muchas carcasas que contengan rodamientos de los que se pueda asegurar que están en buenas condiciones.

Cuando se oiga otro tipo de sonidos, es probable que exista alguna anomalía. Si se perciben chirridos, la causa puede ser una lubricación inadecuada. Los sonidos metálicos indican, a veces, que el juego es insuficiente; el rodamiento puede haber sido apretado demasiado fuertemente en un asiento cónico, o puede haberse agarrotado axialmente. Los tonos suaves y claros pueden ser producidos por huellas en la pista de rodadura exterior, las cuales, a su vez, son el resultado de vibraciones. Cuando la intensidad del sonido varía regularmente en cada vuelta, ello indica que el anillo interior está dañado (por ejemplo por golpes o erosiones durante el montaje). Un ruido del rodamiento, que se presente intermitentemente, puede indicar que una bola está deteriorada; el ruido sólo aparece cuando la bola rueda por su parte dañada. Finalmente, los crujidos indican la presencia de suciedad.

Los estados de deterioro más avanzados son fácilmente reconocibles por un funcionamiento ruidoso. La vibración durante el funcionamiento puede ser producida por una pieza del conjunto del rodamiento, que se ha aflojado o cuya holgura haya aumentado.

### **III.6.8 COMPROBACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL RODAMIENTO.**

Las comprobaciones rutinarias de la temperatura de los rodamientos pueden ser llevadas a cabo con frecuencia, en la carcasa o alojamiento del mismo. La temperatura de los rodamientos debe ser verificadas regularmente porque, si es alta, indica que el rodamiento no funciona con normalidad y, por lo tanto, debe ser examinado. Además, una temperatura alta, por sí misma, puede afectar al rodamiento o al lubricante. Una temperatura de más de 150 grados centígrados reduce la dureza del material del rodamiento y, con ello, la capacidad de carga efectiva que puede soportar, en un diez por ciento. El material no recupera su dureza original cuando la temperatura baja, por lo tanto, el daño es permanente. Incluso una temperatura de 125 grados centígrados reduce la capacidad de carga efectiva soportable en una cierta cantidad, si se mantiene durante largo tiempo; el porcentaje de disminución es, en este caso, de un cinco por ciento.



Si la elevación de la temperatura se produce inmediatamente después de la lubricación del rodamiento, hay motivos para suponer que la causa es, bien una excesiva cantidad de lubricante, bien la utilización de un lubricante de viscosidad demasiado elevada.

### **III.6.9 VERIFICACIÓN DE LOS RETENES DEL LUBRICANTE.**

Si el rodamiento está bien protegido de la suciedad y de la humedad y se está usando un lubricante adecuado, en las cantidades correctas y a intervalos razonables, normalmente no hay peligro de que el rodamiento se desgaste antes de tiempo. Desde luego, es una buena costumbre el observar los retenes de cuando en cuando y también siempre que se descubra o se desmonte un rodamiento para verificarlo o para limpiarlo.

Los anillos de retención y los diferentes tipos de protecciones no requieren, normalmente, ninguna atención especial. Sin embargo, debe recordarse que los laberintos deben mantenerse llenos de grasa, ya que deben proporcionar una buena protección contra el polvo.

Los retenes de fieltro han de inspeccionarse a intervalos regulares y deben sustituirse inmediatamente, si aparecen desgastados. Si los retenes de fieltro se han endurecido pero, por otra parte, están en buen estado, deben ser desmontados e impregnados en aceite caliente, o en una mezcla de dos tercios de aceite caliente y un tercio de sebo.

El objeto de los retenes no es únicamente el evitar la entrada de humedad y de suciedad, sino también mantener el lubricante dentro de la carcasa del rodamiento. Por ello, las fugas en los retenes, o en cualquier otra parte, deben investigarse inmediatamente.

#### **A) Verificación del lubricante**

Cuando la cantidad de aceite viene dada por un indicador de cristal, es importante asegurarse de que el respiradero del indicador esté abierto, con objeto de que no se produzcan falsas lecturas. Si se dan casos en que debido al bloqueo del respiradero, el indicador muestra un nivel normal del aceite, mientras que los rodamientos funcionan muy calientes por falta de lubricante.

#### **B) Causas del deterioro de los rodamientos**

La mayoría de los deterioros de los rodamientos son inevitables. No obstante, cuando se producen, es útil tener idea de cuál ha sido la causa, mediante un examen del rodamiento deteriorado en cada caso. Al menos, ello nos dará oportunidad de eliminar la causa para evitar que el rodamiento de repuesto sufra el mismo fin.

El breve esbozo sobre deterioros de los rodamientos, que exponemos a continuación, sólo pretende ser una guía general. Si hay alguna duda sobre cierta avería en particular, debe consultarse inmediatamente al fabricante de los rodamientos.

Cuando saltan fragmentos de material, procedentes de las pistas de rodadura, éstos presentan desconchados. El desconchado inicial es frecuentemente muy ligero, pero los bordes del área desconchada están sometidos a esfuerzos adicionales cada vez que pasa sobre ellos una bola o un rodillo y esto incrementa su rotura. Entonces los desconchados se extienden, particularmente en la dirección de rodadura. veamos las principales causa de deterioro:

a) Fatiga normal.- Cuando un rodamiento está desgastado, puede producirse el desconchado sin que pueda ser atribuido a una causa determinada.

b) Carga normal.- La posición del desconchados, en este caso, depende de la dirección del esfuerzo.

c) Montaje incorrecto.- Puede diagnosticarse esta causa si el espacio de las huellas sobre las pistas coincide con el paso de los órganos de rodadura. Un defecto común, que causa muescas de este tipo debido al mal montaje, es la introducción del aro interior golpeando el aro exterior, o viceversa.

d) Grietas y fracturas.- Normalmente, las grietas y las fracturas no se presentan nunca si el rodamiento es tratado correctamente. Por esta razón, su presencia siempre indica que se ha cometido algún error. Por lo común los errores son:

1.- Defectos en la forma del árbol o en la del alojamiento del rodamiento.- Si un aro de rodamiento no está correctamente asentado en su alojamiento o en su árbol, se ve sometido a tensiones para las cuales no está preparado.

2.- Ajuste incorrecto.- Si un anillo interior se introduce demasiado fuertemente en un asiento cónico de un árbol, o en un manguito cónico, puede agrietarse. Sin embargo, un ajuste con demasiado juego puede también ocasionar grietas en la zona correspondiente a la dirección de la carga.

3.- Deslizamiento.- Las grietas por deslizamiento, como las que a veces se presentan en las superficies frontales y se extienden después formando ángulo recto con la dirección de deslizamiento.

### **III.7 LUBRICACIÓN DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS**

Las máquinas herramientas deben trabajar con exactitud durante largos períodos de tiempo, libres de averías, con buenas tolerancias y con buenos acabados. Sin embargo, sólo serán capaces de cumplir estas prestaciones si se las mantiene adecuadamente y si se las lubrica con productos de alta calidad.

En la lubricación de las máquinas herramientas, existen cinco sectores que son:

- (A) sistemas hidráulicos;
- (b) lubricación de las guías;
- (c) lubricación de los husillos;
- (d) lubricación de los cabezales y de las cajas de los cambios de velocidades;
- (e) lubricación de los rodamientos de bolas y de rodillos.

#### **III.7.1 SISTEMAS HIDRÁULICOS.**

Los aceites adecuados para mecanismos hidráulicos deben tener una excelente estabilidad química, demulsionabilidad máxima, alta resistencia a la película, viscosidad adecuada y alto índice de viscosidad, resistencia pronunciada a la formación de espuma y deben proporcionar una adecuada protección contra la oxidación. Todas estas propiedades son necesarias para evitar que el aceite se espese o se contamine, ya que esto perjudicaría seriamente el funcionamiento de la máquina.

#### **III.7.2 ESTABILIDAD QUÍMICA.**

Los aceites para mecanismos hidráulicos, que están en continua circulación y agitación en presencia de oxígeno, tienden a espesarse y a volverse lentos (proceso de oxidación). Por este motivo, es preciso usar un aceite que resista este cambio químico.

Ciertas condiciones de los sistemas hidráulicos y de las características del ciclo tienden a aumentar considerablemente la temperatura. En estas circunstancias, la oxidación es acelerada por el incremento de temperatura y, por tanto, las altas temperaturas del aceite circulante vendrán acompañadas de un deterioro más pronunciado del mismo.

En condiciones normales de funcionamiento, la temperatura del aceite está generalmente comprendida entre 38 grados centígrados y 54 grados centígrados. Sin embargo, las características del ciclo pueden incrementarla considerablemente, y la temperatura en el depósito puede alcanzar los 93 grados centígrados.

Una parte considerable del aire disuelto se escapa cuando la presión disminuye, formando burbujas. No se debe permitir que este aire vuelva a entrar en la fase de presión y se comprima de nuevo. En efecto, el aire comprimido desde la presión atmosférica hasta 14 Kg/cm<sup>2</sup> puede elevar su temperatura en 350 grados centígrados. Cuando se comprime hasta los 70 Kg/cm<sup>2</sup>, las temperaturas pueden alcanzar los 704 grados centígrados.

Únicamente destacamos esto porque, aunque las zonas de alta temperatura son muy pequeñas y localizadas, no obstante, el aceite que rodea las burbujas puede quedar sometido a una oxidación acelerada.

La oxidación acelerada puede también producirse en puntos calientes locales engendrados por un frotamiento metálico. Esto ocurre con las altas velocidades de rozamiento de las bombas de paletas y de engranajes, en las válvulas y en los cilindros.

Otro factores productores de oxidación son el polvo atmosférico y la suciedad constituida por partículas metálicas y químicas que pueden introducirse en los depósitos a través de los respiraderos y de las tapas de protección abiertas. La suciedad en los contenedores usados para almacenar o para trasladar el aceite a las máquinas, también es causa frecuente de contaminación.

Es muy importante evitar la formación prematura de depósitos de lodo o de gomas que pueden, a su vez, perjudicar la suavidad de funcionamiento de la máquina. Por eso deben tomarse precauciones para impedir que se produzca la oxidación.

### **III.7.3 PODER ANTIEMULSIONANTE.**

Puede encontrarse agua en el sistema hidráulico debido a la existencia de fugas de agua en la refrigeración del aceite. Sin embargo, se presenta más frecuentemente por efecto de la condensación de la humedad atmosférica.

El contenido de agua reduce el efecto lubricante del aceite y también puede producir la oxidación de las partes férricas. Además el íntimo contacto del agua con el aceite (emulsión) tiende a aumentar la probabilidad de deterioro del aceite. La persistencia de esta emulsión conduce normalmente al desarrollo de sustancias fangosas y pegajosas que ensucian las bombas, las válvulas y los cilindros, se depositan en las conducciones y en los pasos del aceite y, finalmente, hacen imposible el funcionamiento fiable de la máquina.

Los aceites muy refinados tienen la propiedad de separarse rápidamente y completamente del agua, cuando son nuevos. Sin embargo, sólo los aceites para mecanismos hidráulicos muy bien escogidos y con un gran poder antiemulsionante se separarán del agua durante largos periodos.

### **III.7.4 RESISTENCIA DE LA PELÍCULA.**

Con objeto de impedir un desgaste excesivo, los aceites para mecanismos hidráulicos deben ser capaces de proporcionar películas lubricantes fuertes para resistir la acción de los rozamientos entre las partes móviles a cualquier temperatura de funcionamiento. Debido al espesor microscópico de la película de aceite bajo tales condiciones, éste debe poseer una resistencia pelicular muy alta.

Si se presenta un rápido desgaste en los retenes y demás elementos de estanqueidad, produciéndose fugas al exterior, o si se puede apreciar un desgaste interno que produce fugas interiores, se puede afirmar que la resistencia de la película es inadecuada.

Los aceites de alta resistencia de película pueden utilizarse para impedir las vibraciones, los movimientos lentos de las válvulas y el desgaste excesivo, y también para resistir la fuerte acción de rozamiento entre las superficies metálicas móviles.

### **III.7.5 VISCOSIDAD.**

La elección de la viscosidad del aceite a utilizar depende, en primer lugar del diseño de la bomba y, en cierta proporción, de la naturaleza del sistema. Sin embargo, la viscosidad del aceite depende también de su temperatura. A las máquinas que reaccionan perezosamente cuando el aceite está frío deben permitírseles unos minutos para que puedan alcanzar su temperatura de trabajo.

Algunos aceites para mecanismos hidráulicos presentan una variación pequeña de la viscosidad dentro de una amplia gama de temperaturas. Estos aceites (que tienen alto índice de viscosidad) minimizan el período inicial de calentamiento.

La máxima viscosidad generalmente aceptable para un aceite destinado a sistemas hidráulicos es de 4.000 SSU (Segundos Saybolt Universales) a -5,5 grados centígrados.

### **III.7.6 LUBRICACIÓN DE LAS GUÍAS.**

Aunque una lubricación efectiva protege a las guías de las máquinas herramientas del desgaste, hay que hacer otras consideraciones igualmente importantes cuando las máquinas deben mantener estrechas tolerancias en las medidas y en el acabado de las superficies.

Con este motivo, la lubricación de todas las guías deben ser tal, que el movimiento de las mesas, de los cabezales portapieza, de los cabezales portamuela, de los carros y de los portaherramientas sea suave y preciso.

Cuando las guías de la bancada y de la mesa de la máquina están lubricadas con aceite inadecuado, la mesa puede verse levantada por una cuña de aceite, de modo que la propia mesa flota sobre películas de aceite cuyo espesor varía durante cada career de trabajo. Estas variaciones del espesor de la película producen una superficie ondulada y pueden ocasionar la variación de las medidas de las piezas trabajadas.

Este fenómeno puede evitarse mediante el uso de un aceite de baja viscosidad reforzado con un aditivo especial. Estos aceites no dejan solamente a la viscosidad la labor de impedir el contacto de dos superficies metálicas.

Particularmente, cuando se mueven a bajas velocidades transversales, las mesas mal lubricadas pueden apartar las películas de aceite separadoras. Entonces, la mesa se clava momentáneamente hasta que su mecanismo de acción la fuerza a saltar hacia adelante, sólo para volver a clavarse un poco más tarde. Puede llegar a hacerse muy difícil el logro de la exactitud de las medidas de las piezas, debido a estos paros y avances alternativos.

Dicha inexactitud puede ser también producida por el enclavamiento momentáneo de carros en su guía. Casi inmediatamente, el movimiento frontal del mecanismo de avance libera el carro, haciendo que salte hacia delante y, en algunos casos, que sobrepase su tope.

En ocasiones, los fabricantes de máquinas han utilizado un aceite de propiedades dobles y lo han encontrado económico y efectivo. Estos aceites cumplen con las prestaciones deseables en un buen aceite para mecanismos hidráulicos y en un aceite para guías igualmente bueno. Cuando el aceite se usa principalmente para los mecanismos hidráulicos, se monta una derivación desde el sistema hidráulico hasta las guías de la mesa y los carros transversales.

### III.7.7 LUBRICACIÓN DE LOS HUSILLOS.

Husillos de las rectificadoras de interiores

A velocidades muy altas, algunos husillos de las rectificadoras de interiores alcanzan las 65000 r.p.m.

Los cojinetes de los husillos pueden ser sencillos de antifricción o de juego nulo. En todos los casos, precisan una atención cuidadosa para ajuste, limpieza y lubricación.

Los dispositivos de lubricación pueden adoptar muchas formas. A veces la lubricación se hace a mano, o bien los rodamientos de bolas pueden estar sumergidos dentro de pequeños depósitos de aceite situados en el alojamiento del husillo. Sin embargo, es más frecuente que se conduzca el aceite desde el depósito hasta los rodamientos mediante tapones de fieltro o mechas de lana. En muchos casos, el aceite se usa una sola vez; después se derrama y se pierde. Por otra parte, algunos pequeños rodamientos de alta velocidad están contruidos para ser lubricados con grasa. Este tipo de rodamientos dura mucho tiempo (dos o tres años) sin que sea necesario rellenarlos.

Quando se presentan sobrecalentamientos en estos pequeños husillos, debidos a velocidades extremadamente altas, puede suministrarse el lubricante mediante pulverización. En este caso, el aire comprimido atomiza el aceite y lo arrastra hacia el rodamiento, depositándose en forma de una ligerísima película protectora que proporciona la lubricación deseada.

Los husillos se pueden dividir en cuatro grupos principales, según sus velocidades y sus juegos;

- a) husillos con rodamientos de bolas y velocidades máximas. Requieren aceites muy ligeros, o bien grasas especiales de alta calidad;
- b) husillos con cojinetes lisos y velocidades más bajas, pero cargados fuertemente y ajustados con juegos prácticamente nulos. Requieren aceites muy ligeros;
- c) husillos de rectificadoras ordinarias, montados en cojinetes de fricción o de bolas. Necesitan aceites ligeramente más pesados;

d) husillos de bajas velocidades y altas cargas, como los que se utilizan en rectificadoras de superficies y en las grandes rectificadoras de rodillos. Precisan aceites todavía más pesados.

En los rodamientos de bolas de los husillos pequeños, cuyos juegos son nulos, la lubricación implica la reducción del rozamiento entre las bolas y sus jaulas, la reducción del rozamiento entre las bolas y los anillos y la prevención de la formación de sedimentos perjudiciales.

La lubricación de los cojinetes de fricción es distinta. El husillo, al girar, arrastra al aceite hacia la zona de presión, donde una película de aceite en forma de cuña ejerce una presión suficiente para levantar el gorrón sobre una película de aceite separadora. La velocidad, la carga y el juego del cojinete, junto con la viscosidad del aceite, determinan el espesor de la película que soporta el husillo. La separación de las dos superficies depende de la viscosidad del aceite.

En los cojinetes de fricción para husillos, sólo los aceites relativamente ligeros y fluidos se distribuyen inmediata y completamente sobre las superficies de rozamiento. Cuando los juegos son menores y las velocidades son más altas, son necesarios aceites progresivamente más ligeros. Esto es particularmente importante en los cojinetes de juego nulo, en que la superficie del gorrón y del cojinete son prácticamente concéntricas y hay muy poca cuña de aceite en el cojinete. En estas condiciones, es preciso utilizar un aceite muy fluido y ligero con una excepcional resistencia de la película.

En los rodamientos para husillos de velocidades muy altas, en que se recomienda el uso de grasa, la cantidad de grasa introducida en el rodamiento debe ser limitada. Si se deposita demasiado lubricante en los caminos de rodadura, el calor generado puede bastar para originar la oxidación de aquél. A estas altas velocidades, debe escogerse una grasa cuya consistencia ofrezca una resistencia mínima a las partes móviles y que proporcione una lubricación adecuada con las pequeñas cantidades de lubricante que son lanzadas por las bolas y por los rodillos.

### **III.7.8 LUBRICACIÓN DE LOS CABEZALES Y DE LAS CAJAS DE CAMBIO DE VELOCIDADES.**

El principal problema de lubricación de los cojinetes de fricción y de rodillos, montados en los conjuntos del cabezal y de la caja de cambios, es el mantenimiento de un ajuste exacto y preciso y la minimización de la vibración y del traqueteo.

Se emplean varios métodos para aplicar el lubricante a los cojinetes del cabezal. Algunos cojinetes sumergidos en aceite, otros son pulverizados o inundados, algunos poseen receptáculos o mechas para la alimentación gota a gota, otros son engrasados a mano periódicamente, algunos son engrasados a pistola, a otros se les deposita grasa en su interior, a intervalos irregulares y otros están preparados para no precisar lubricación ulterior durante toda la vida del cojinete.

Cuando las velocidades de los husillos son bajas, se necesitan, generalmente, aceites más pesados que los normalmente empleados en la lubricación de los husillos.

La carga de los dientes de los engranajes del cabezal y de la caja de avances determina la necesidad de un aceite de mediana viscosidad que provea de películas protectoras adecuadas a las superficies de rozamiento.

En las máquinas herramientas pequeñas y medianas, los husillos de avance deben ser lubricados mediante el mismo sistema hidráulico que las cajas de cambio, en las cuales no siempre es necesaria la alta resistencia de las películas de aceite, puede ser preciso utilizar un aceite que proporcione una resistencia máxima de la película y que, a la vez, mantenga una fluidez adecuada a través de las conducciones y los orificios del sistema.

En las máquinas especiales para grandes cargas, los husillos de avance suelen estar lubricados individualmente. Debido al empleo de fuertes avances y cortes profundos, es preciso el uso de un aceite pesado. Este tipo de lubricante es el más apto para resistir la lenta acción de compresión y de frotamiento a que está sometida la fina película de aceite.

### **III.7.9 LUBRICACIÓN DE LOS RODAMIENTOS DE BOLAS Y DE RODILLOS.**

En todos los tipos de aplicaciones de los rodamientos (sea en cajas de cambios de velocidades, en husillos, cabezales fijos o contrapuntos) el problema es el mismo. Las misiones del lubricante son:

- a) reducir el rozamiento de deslizamiento entre las bolas o rodillos y sus anillos y jaulas;
- b) proteger las superficies de las bolas, rodillos y caminos de rodadura de la corrosión y de la oxidación;
- c) servir de vehículo para la transferencia del calor, en algunas aplicaciones. En estos casos, el lubricante ayuda a mantener una temperatura uniforme en todo el rodamiento y, de este modo, evitar el desarrollo de una gran diferencia de temperaturas entre los anillos interiores y exteriores.



La elección entre un aceite y una grasa, como el lubricante más adecuado para un tipo particular de rodamiento, viene dada por el método de aplicación estipulado.

Desde el punto de vista de la buena protección de la superficie de rodadura, indudablemente es superior un aceite, ya que su fluidez le permite penetrar más fácilmente. También presenta menos resistencia al movimiento de las bolas y de los rodillos.

En general, el aceite es el lubricante más adecuado en las circunstancias siguientes:

a) Para cargas ligeras, cuando la resistencia a la rotación debe mantenerse en un mínimo. Por ejemplo, en los husillos de las rectificadoras que deben trabajar a grandes velocidades.

b) Cuando la velocidad es excesiva para la lubricación con grasa.

c) Cuando los rodamientos están, en su totalidad, dentro de carcazas que contienen otros componentes para los cuales la lubricación con aceite es esencial.

Muchos de los requerimientos de lubricación de las máquinas herramientas pueden satisfacerse con los siete tipos de aceites que son:

Número del aceite	Número del grado de viscosidad. (B S 4231)	Tipo de aceite
1	32	Aceite mineral ordinario.
2	32	Aceite con prestaciones superiores en cuanto a anticorrosión, antioxidación, antidesgaste y antiespumante.
3	61	Aceite mineral ordinario
4	68	Aceite con prestación superior como lubricante de guías
5	108	Aceite mineral ordinario
6	680	Aceite mineral ordinario
7	10	Aceite con prestaciones superiores en cuanto a anticorrosión, antioxidación, antidesgaste y antiespumante

Por otra parte, las grasas tienen una aplicación más amplia y son adecuadas para casi todas las situaciones en que no se presentan ni temperaturas ni velocidades extremas. Entre las ventajas que se obtiene con el uso de grasa, se encuentran las siguientes:

- a) La grasa se retiene más fácilmente que el aceite, en la carcasa de rodamiento. También sirve para evitar fugas de aceite.
- b) La grasa es muy útil en el sellado de un rodamiento para que no se introduzca suciedad.
- c) La grasa combina una lubricación efectiva con propiedades de revestimiento permanente y, de este modo, proporciona una protección máxima a las superficies super acabadas.
- d) La grasa es más conveniente bajo el punto de vista del manejo y de la reposición.

La información recabada para la elaboración de este capítulo fue obtenida de las siguientes fuentes:

- a) Mantenimiento y Reconstrucción de Maquinaria, Porritt y Litton, Edit. Hispano Europea.
- b) Administración de Mantenimiento Industrial, E.T. Newbrough, Edit. Diana.
- c) Enciclopedia de Mantenimiento Industrial, L. C. Morrow, Edit. CECSA.

***CAPITULO IV.***

**PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO**  
**PREVENTIVO**  
**(CASO PRACTICO)**

**Introducción.**

Para poder llevar a cabo un mantenimiento adecuado, es necesario elaborar un Sistema General de Mantenimiento, para poder tener una buena organización de los recursos humanos y materiales, donde comprenda y explique todas los pasos a seguir en cada una de las actividades que se presenten. Esta organización nos permitirá tener un control del mantenimiento aplicado a las maquinas, sabiendo fechas y la hora en que se les dio servicio.

En este capitulo hemos desarrollado un Sistema General de Mantenimiento, el cual incluye esquemas que nos indican como debe circular la información, también presentamos los formatos a utilizar y la forma en que debe ser llenado cada uno de ellos, para que la información sea uniforme y se pueda organizar con facilidad.

Es bueno mencionar que esta información debe ser manejada por una sola persona para su mejor control, pero este proceso lo deben conocer todos los Técnicos Académicos que se verán involucrados en este programa, ya que si en algún momento la persona encargada de procesar la información no se presenta, alguna otra pueda continuar con el proceso.

También se cuenta con un Programador de Mantenimiento Preventivo, que nos servirá para ir dando servicio en una forma escalonada y organizada. Finalmente presentamos la información que se obtiene directamente de los formatos.

**Definición:**

Es un sistema de información-operación compuesto por los procedimientos y las técnicas que permitan el control del desarrollo de las actividades de mantenimiento en los talleres.

**IV.1 PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA GENERAL DE MANTENIMIENTO.**

**IV.1.1 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P.)**

El procedimiento del M.P., se explica a continuación para una sola máquina.

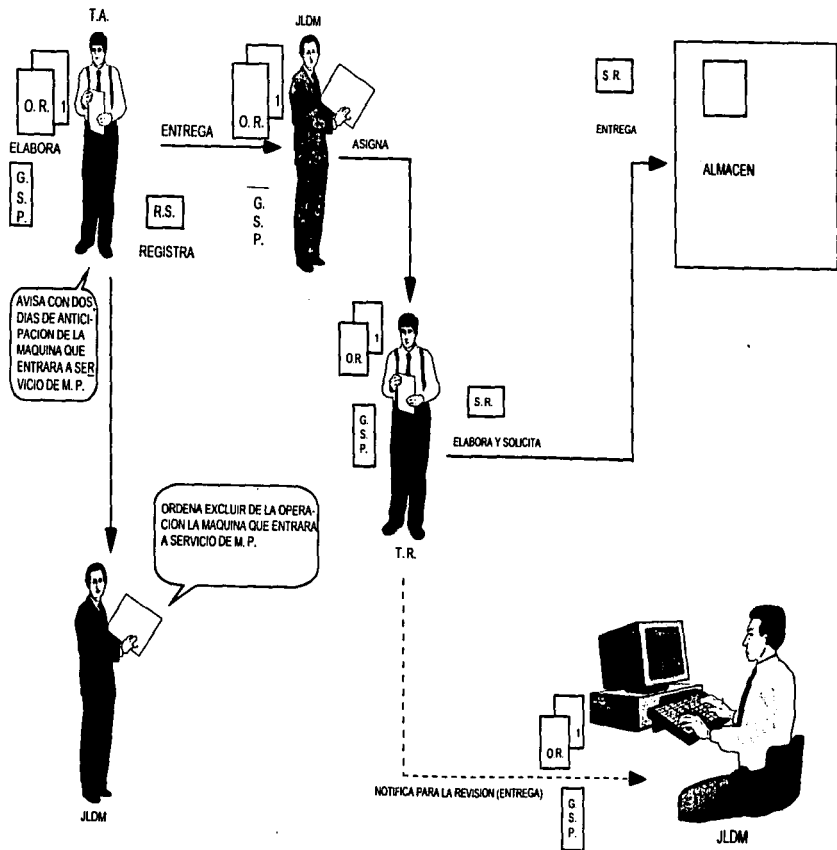
Primera parte (Esquema 1).

El procedimiento se inicia cuando, con dos días de anticipación a la fecha de la aplicación del M.P., a la máquina el técnico académico elabora la Orden de Reparación (O.R.), original y copia, y la Guía de Servicio Preventivo (G.S.P.), avisando al jefe de los laboratorios de diseño y manufactura que esa máquina esta programada para el M.P.

El jefe de los laboratorios ordena excluir de la operación la máquina que entrara a Mantenimiento Preventivo.

El día del M.P. el técnico anota en el Registro de Servicios (R.S.), los datos de la máquina y la hora en que entrega la O.R. (original y copia) y la G.S.P., al jefe de los laboratorios, quien designa al responsable del servicio que se hará cargo del servicio de M.P., entregándole los mismos documentos.

ESQUEMA 1  
PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Primera parte)



El técnico efectuara las revisiones necesarias y elaborará una solicitud de equipo y/o refacciones necesarias para realizar el trabajo correspondiente. Dicha solicitud deberán entregarla en el almacén anotando los materiales necesarios e indicando para que máquina han de utilizarse.

Al concluir el trabajo, el técnico notificara al jefe de los laboratorios e informara de los trabajos adicionales efectuados, y le entregara a este la O.R.(original y copia) y la G.S.P.

**Segunda parte (Esquema 2).**

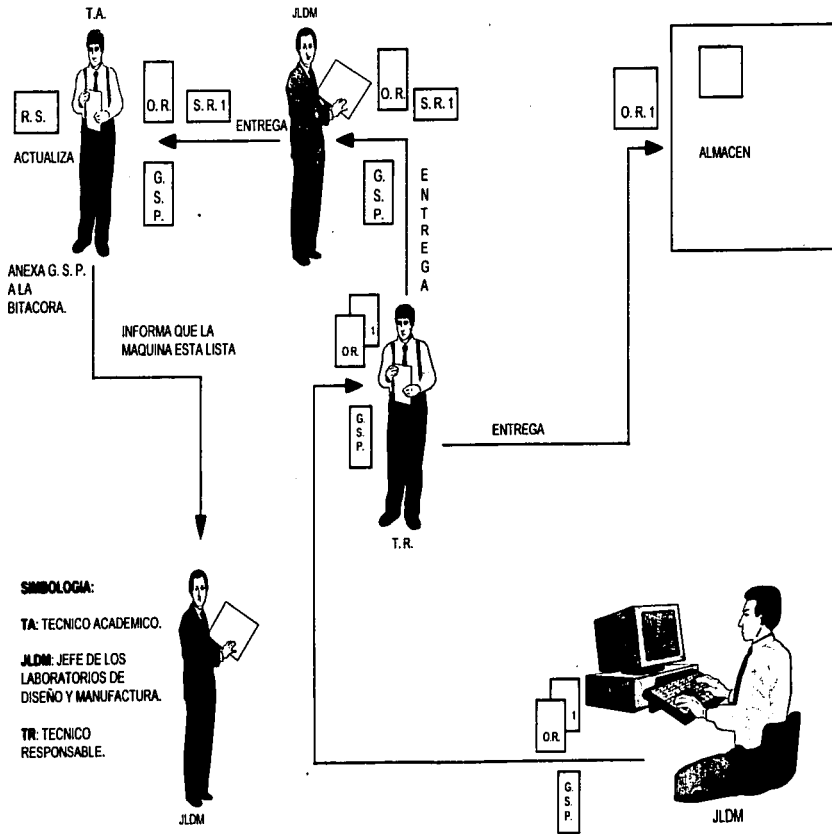
El jefe de los laboratorios revisa el trabajo realizado y en caso de aprobación firma de Vo. Bo., la O.R., (original y copia) y la G.S.P., regresando los documentos al técnico responsable del servicio. En caso de rechazo solicitará al técnico que se repita adecuadamente el trabajo entregándole la copia, con las instrucciones adicionales.

En caso de aceptación el responsable del servicio firma la O.R. (original y copia) y la G.S.P., entregando la O.R. (copia) al Almacén y la O.R. (original) y la G.S.P. al jefe de los laboratorios.

El técnico anota en la O.R., la hora en que la recibe el jefe de los laboratorios, haciendo de su conocimiento que la máquina esta lista para ser usada. Finalmente actualiza el R.S., la Bitácora General (B.G.), anexa la G.S.P., a está y archiva la O.R. (original).



PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Segunda parte)



#### **IV.1.2 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (M. C.)**

El procedimiento de M. C. se explica a continuación para una sola máquina.

Primera parte (Esquema 3).

El procedimiento de Mantenimiento Correctivo se inicia cuando la máquina presenta alguna falla y el operador de esta solicita la presencia de el técnico académico que se encuentra en ese momento para revisarla. Al ver la máquina el técnico, entre el y el operador elaboran el Reporte del Operador (R.O.) anotando la falla y el diagnóstico, que el operador firma.

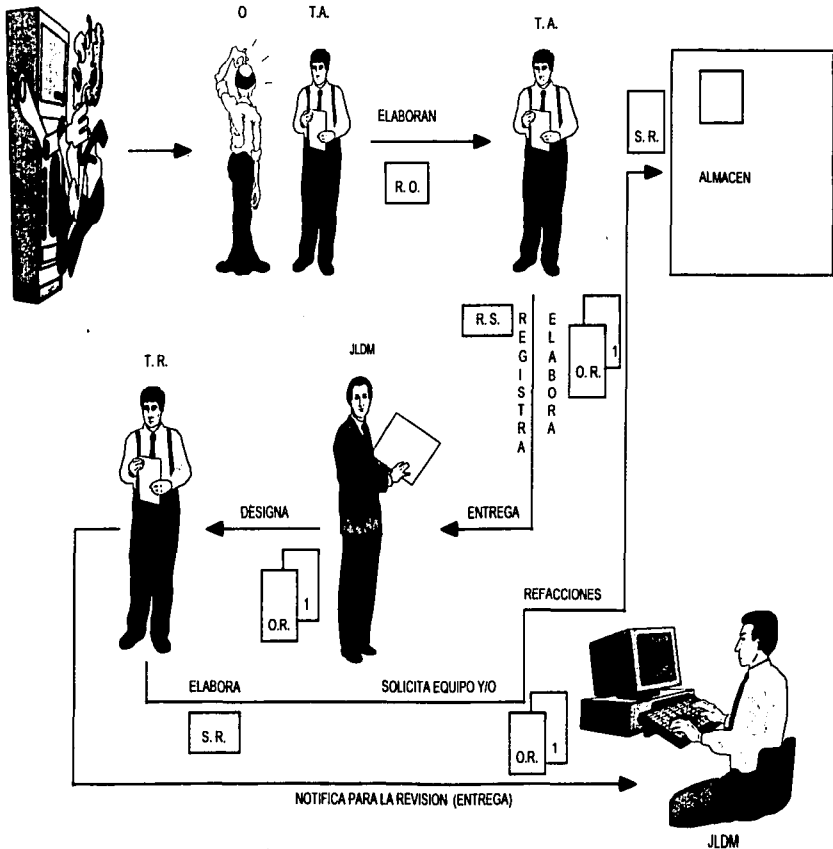
Con este documento el técnico elabora la O. R. (original y copia). Anota en el R. S., las actividades a realizar y la hora en que entrega la O. R. al jefe de los laboratorios.

El jefe de los laboratorios recibe la O. R. (original y copia) y designa al técnico que se hará responsable de ejecutar el trabajo.

El técnico encargado elaborara la S. R., para solicitar equipo y/o refacciones necesarias para efectuar la reparación. Una vez elaborada la S. R. acude con esta al almacén para que los materiales solicitados le sean entregados. Al finalizar la reparación, el técnico responsable notifica al JLDM que el trabajo ha concluido y le entrega la O. R. (original y copia).

ESQUEMA 3

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Primera parte)



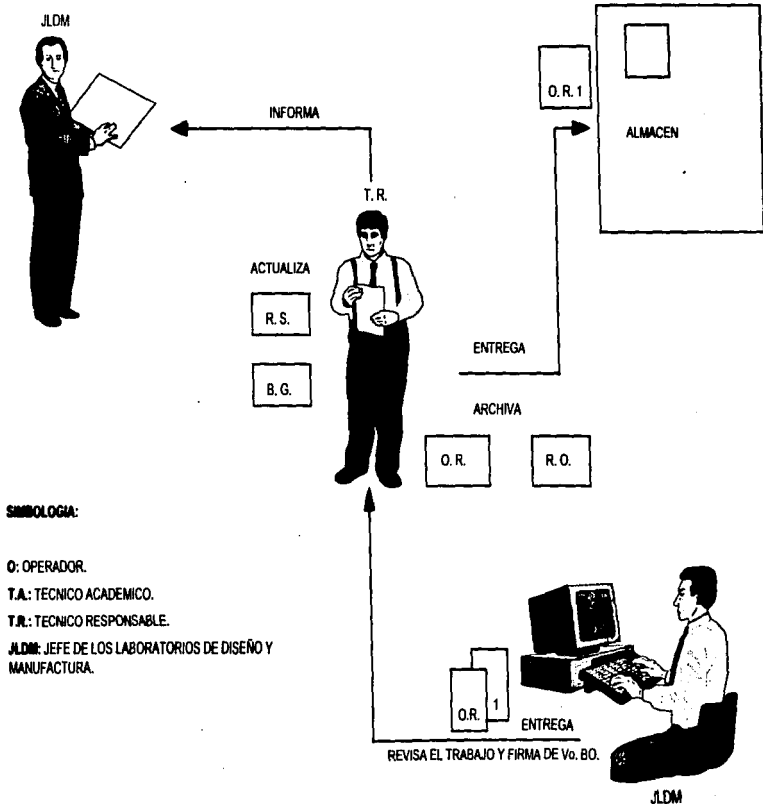
Segunda parte (Esquema 4).

El JLDM en caso de estar bien ejecutado el trabajo firma de Vo. Bo., en la O. R. (original y copia) y la entrega al técnico. Y en caso de rechazo notifica al técnico para que este ejecute nuevamente el trabajo entregándole la O. R. (copia) con las instrucciones adicionales necesarias.

En caso de aceptación el técnico firma la O. R. (original y copia) y entrega la copia al almacén.

Posteriormente anota la hora en que recibe la O. R. (original) y notifica al JLDM que la máquina esta lista para ser utilizada, finalmente actualiza el R. S. y la B. G. y archiva la O. R. y el R. O.

## PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Segunda parte)



## SIMBOLOGIA:

O: OPERADOR.

T.A.: TECNICO ACADEMICO.

T.R.: TECNICO RESPONSABLE.

JLDM: JEFE DE LOS LABORATORIOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA.

## **IV.2 DESCRIPCIÓN DE FORMATOS UTILIZADOS.**

### **IV.2.1 FORMATOS.**

#### **A) "Guía de Servicio Preventivo". (G. S. P. ).**

Este documento es utilizado para orientar al personal responsable de efectuar el servicio de Mantenimiento Preventivo en las maquinas herramientas de los laboratorios de Diseño y Manufactura y contar con un registro permanente y detallado de las revisiones y cambios efectuados, así como las fallas detectadas en el Mantenimiento Preventivo.

U. N. A. M.  CAMPUS ARAGON	LABORATORIOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA GUIA DEL SERVICIO PREVENTIVO.	FECHA: 6
		ÁREA: 1
		O. R.: 2

MAQUINA: 3	# DE INVENTARIO: 5
CLASE SERVICIO: 4	

PERSONAL ASIGNADO (RESPONSABLE): \_\_\_\_\_

PARTES A REVISAR:	REV. G.S.P.	OBSERVACIONES:
MOTOR		
HUSILLOS PRINCIPALES	7	(11)
GUIAS Y PLACAS		
PLATOS (MANDRILES)		
TORRETAS Y PORTAHERRAMIENTAS		
CIMENTACIONES DE LAS MAQUINAS		
ENGRANAJES		
ARBOLES, BRAZOS Y SOPORTES		
HUSILLOS ROSCADOS Y TUERCAS		

9  
RESPONSABLE DEL SERVICIO

10  
Vo. Bo. JEFE DE LOS LABORATORIOS

NOMBRE DEL FORMATO: "GUÍA DE SERVICIO PREVENTIVO" (GSP)

- A) DESCRIPCIÓN: El encabezado esta constituido de los puntos 1 al 6, el cuerpo por los puntos 7 y 8, el pie por los puntos 9 y 10 y observaciones por el punto 11.
- B) DEFINICIÓN: Este documento es utilizado para orientar al personal responsable de efectuar el servicio de Mantenimiento Preventivo en las maquinas herramientas de los laboratorios de Diseño y Manufactura y contar con un registro permanente y detallado de las revisiones y cambios efectuados, así como las fallas detectadas en el Mantenimiento Preventivo.
- C) RESPONSABLES: En la elaboración de este formato intervienen básicamente el Técnico Académico en los puntos 1 al 9, y el Jefe de los laboratorios en el punto 10.
- D) INSTRUCCIONES DE LLENADO:
1. ÁREA: Anotar el nombre del área a la que corresponda la Maquina Herramienta.
  2. O.R.: En este campo se escribe el folio de Orden de Reparación correspondiente.
  3. MAQUINA: Se escribirá el tipo de maquina herramienta a la que se realiza el M.P. Ejemplo: Fresa Vertical Bridgeport.



**4. CLASE DE SERVICIO:** En este espacio se cruza el tipo de servicio a efectuar de acuerdo al programa de Mantenimiento Preventivo.

**5. No. DE INV.:** Se anotara el numero de inventario de la maquina herramienta a la que se aplicara el SMP.

**6. FECHA:** Se anotara la correspondiente a la realización del SMP, las fechas deben anotarse usando seis dígitos, los dos primeros para el día, los dos intermedios para el mes y los dos últimos para el año. Ejemplo: 13 de agosto de 1996, se escribirá 13/08/96.

**7. REV. G.S.P.:** Se anotara una paloma ( ✓ ) si el concepto resulto correcto; una cruz ( x ) si se reviso y se requiere alguna reparación o ajuste y nuevamente se pondrá una paloma sin borrar la cruz, si se repara ( ✓x ).

**8. PERSONAL ASIGNADO:** El responsable del servicio anotara el nombre y el puesto del personal que intervino en el desarrollo de la G.S.P..

**9. RESPONSABLE DEL SERVICIO:** Anotara su nombre y firma tanto en este formato como en la O.R. correspondiente si esta de acuerdo en que el trabajo fue totalmente ejecutado.

10. **JEFE DE LOS LABORATORIOS:** Revisara el trabajo desarrollado y si este cumple las especificaciones establecidas, firmara dando su Visto Bueno (Vo. Bo.), en este formato y en la O. R. Correspondiente, así como también revisara si esta correctamente elaborada la G.S.P.

11. **OBSERVACIONES:** Se anotara alguna observación importante para el desarrollo del Mantenimiento y otras para posibles programaciones de Mantenimiento Correctivo.

■) "Orden de Reparación". ( O.R.).

Este formato (original y copia), es el medio por el que se ordena la ejecución del trabajo. Se utiliza para formalizar la reparación de la maquina herramienta y justificar la salida de refacciones del almacén.

O. R.

<b>U. N. A. M.</b> <b>CAMPUS ARAGON</b>	<b>LABORATORIOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA</b> <b>ORDEN DE REPARACION</b>	FOLIO: 1
		AREA: 2
		FECHA: 3

MAQUINA: 4	FECHA							
	INICIO 6				TERMINO 7			
No. DE INVENTARIO: 5	HORA: 6.1	DIA:	MES: 6.2	AÑO:	HORA: 7.1	DIA:	MES: 7.2	AÑO:

**OPERACIONES****MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

8

**MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

9

10

RESPONSABLE DEL SERVICIO

11

JEFE DE LOS LABORATORIOS DE  
DISEÑO Y MANUFACTURA

NOMBRE DEL FORMATO: "ORDEN DE REPARACIÓN" (OR)

- A) DESCRIPCIÓN: El encabezado corresponde a los puntos 1 al 7, el cuerpo esta formado por los puntos 8 y 9 y el pie del formato lo comprenden los puntos 10 y 11.
- B) DEFINICIÓN: Este formato (original y copia), es el medio por el que se ordena la ejecución del trabajo. Se utiliza para formalizar la reparación de la maquina herramienta y justificar la salida de refacciones del almacén.
- C) RESPONSABLES: El encabezado y el cuerpo del formato lo llenara el Técnico Académico responsable de realizar la reparación. El pie del formato se utiliza para que firmen el, responsable del servicio y el Jefe de los laboratorios.
- D) INSTRUCCIONES DE LLENADO:
1. FOLIO No.: Es la referencia para el control de las reparaciones que se van efectuando.
  2. ÁREA: Se anotara el nombre del área a que corresponde la maquina herramienta.
  3. FECHA: Se anotaran los seis dígitos correspondientes al día, mes y año en que se llena el encabezado de la OR. Ejemplo: 6 de septiembre de 1996, se escribirá 06/09/96.
  4. MAQUINA: Se anotara la maquina que este siendo reparada.

5. No. DE INV.: Se anotara el numero de inventario de la maquina herramienta que entrara a SMP o Mantenimiento Correctivo.

**6. FECHA INICIO:**

6.1. HORA: Se anotaran dos digitos de la hora y dos de los minutos. Ejemplo: trece horas veinte minutos, se escribirá 13:20, correspondiendo esta a la hora en que el Técnico responsable entrega al Jefe de los laboratorios, este formato (original y copia).

6.2. DÍA, MES, AÑO: Se anotaran los seis digitos correspondientes al día, mes y año de entrega del formato al Jefe de los laboratorios, correspondiendo esta al día en que la maquina pasa a SMP o Mantenimiento Correctivo. En el caso de SMP, esta fecha corresponderá a la de dos días después de la marcada en este formato (punto 2). Ejemplo: 8 de diciembre de 1996, se escribirá 08/12/96.

**7. FECHA DE TERMINACIÓN:**

7.1. HORA: Se anotaran dos digitos de la hora y dos de los minutos. Ejemplo: ocho horas veinte minutos, se escribirá 08:20 correspondiendo esta a la hora en que el Jefe de los laboratorios recibe de el Técnico Responsable este formato (original), con los trabajos correspondientes realizados.

7.2. DÍA, MES, AÑO: Se anotaran los seis dígitos correspondientes al día, mes y año en que se recibe el formato del Técnico responsable, ya concluida la revisión o reparación correspondiente. Ejemplo: 29 de febrero de 1996, se escribirá 29/02/96.

8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO: El Técnico Responsable anotará la clase de SMP que corresponda al periodo de operación desarrollado por la máquina; deberá corresponder a clase anotada en la GSP (este campo solo será cubierto cuando se realicen los SMP correspondientes a la GSP).

9. MANTENIMIENTO CORRECTIVO: El técnico responsable anotará las actividades de mantenimiento correctivo a realizar con base en el R O. El responsable del servicio anotará los trabajos adicionales que se realicen aparte de la instrucción inicial de la O R.

10. RESPONSABLE DEL SERVICIO: Tras verificar que los trabajos de S.M.P. y/o mantenimiento correctivo han sido realizados y aceptados por el jefe de los laboratorios, firmará la O R el responsable del servicio.

11. Jefe de los laboratorios: Firmará el jefe de los laboratorios de Diseño y Manufactura en este campo y analizará la información contenida en el formato para tomar las decisiones y acciones correspondientes.

**C) "Solicitud de Refacciones al Almacén". (S. R. A. ).**

Este documento es utilizado para solicitar y controlar el surtimiento de refacciones, material y/o equipo necesarios para la realización del Mantenimiento Correctivo y/o Preventivo en cada una de las áreas de los laboratorios de Diseño y Manufactura.



<b>U. N. A. M.</b>	<b>LABORATORIOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA</b>	DIA	MES	AÑO	FOLIO No.
			①		2
<b>CAMPUS ARAGON</b>	<b>SOLICITUD DE MATERIAL Y/O EQUIPO AL ALMACEN</b>	AREA		O. R.	
		3		4	
		MAQUINA:		5	
		No. DE INV.		6	
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>OBSERVACIONES:</b>			
8	7	9			
SOLICITO ⑩		AUTORIZO ⑪			
_____ NOMBRE Y FIRMA		_____ NOMBRE Y FIRMA			

**NOMBRE DEL FORMATO: "SOLICITUD DE REFACCIONES AL ALMACÉN" (SRA)**

**A) DESCRIPCIÓN:**

El encabezado corresponde a los puntos 1 al 6, el cuerpo esta formado por los puntos 7 al 9 y el pie lo comprenden los puntos 10 y 11.

**B) DEFINICIÓN:**

Este documento es utilizado para solicitar y controlar el surtimiento de refacciones, material y/o equipo necesarios para la realización del Mantenimiento Correctivo y/o Preventivo en cada una de las áreas del laboratorios de Diseño y Manufactura.

**C) RESPONSABLES:**

El encabezado y el cuerpo del formato lo llenara el técnico solicitante de las refacciones y/o herramienta. El pie del formato se utiliza para que firme el técnico que solicita y el jefe de los laboratorios autorizando la solicitud.

**D) INSTRUCCIONES DE LLENADO:**

<b>No.</b>	<b>DICE:</b>	<b>DEBE ANOTARSE:</b>
1	DÍA, MES, AÑO	LA FECHA DE ELABORACIÓN DEL FORMATO.
2	FOLIO No.	FOLIO PREIMPRESO Y CONSECUTIVO.
3	ÁREA	NOMBRE DEL ÁREA EN DONDE HAN DE UTILIZARSE LAS REFACCIONES Y/O HERRAMIENTA.
4	ORDEN DE REPARACIÓN	EL NUMERO DEL FORMATO "ORDEN DE REPARACIÓN".
5	MAQUINA	TIPO DE MAQUINA A REPARAR.
6	No. DE INV.	NUMERO DE INVENTARIO DE LA MAQUINA.
7	DESCRIPCIÓN	ANOTAR LA DENOMINACIÓN Y DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL ARTICULO QUE SE SOLICITE.
8	CANTIDAD	ANOTAR LA CANTIDAD DE ARTICULOS QUE SE SOLICITAN.
9	OBSERVACIONES	ANOTAR CUALQUIER TIPO DE OBSERVACIÓN PERTINENTE QUE SIRVA PARA ACLARAR EL CONTENIDO DE LA SOLICITUD DE REFACCIONES.
10	SOLICITO	ANOTAR NOMBRE Y FIRMA DEL TÉCNICO QUE SOLICITA LAS REFACCIONES Y/O HERRAMIENTAS.
11	AUTORIZO	ANOTAR EL NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE LOS LABORATORIOS.

**D) "Reporte del Operador". (R.O.):**

Este formato es utilizado para solicitar la reparación de la maquina cuando se presenten las fallas.

REPORTE OP.

U. N. A. M. CAMPUS ARAGON	LABORATORIOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA REPORTE DEL OPERADOR		AREA		
			1		
			DIA	MES	AÑO
			2		
MAQUINA: _____ 4		No. DE INV.: _____ 3			
FALLA REPORTADA: _____ 5		HORA: _____ 6	OPERADOR DE LA MAQUINA		
			7		
			NOMBRE Y FIRMA		
			8		
			No. CTA.: _____		
DIAGNOSTICO TECNICO: _____ 9		HORA: _____ 10	TECNICO ACADEMICO RECEPTOR		
			11		
			NOMBRE Y FIRMA		
ACCION: _____ 12					
<input type="checkbox"/> REPARACION EFECTUADA EN EL MOMENTO. <input type="checkbox"/> - REPARACION REALIZADA: _____ <input type="checkbox"/> - REFACCIONES UTILIZADAS: _____ ELABORAR ORDEN DE REPARACION.					

NOMBRE DEL FORMATO: "REPORTE DEL OPERADOR" (RO)

A) DESCRIPCIÓN:

El encabezado corresponde a los puntos 1 al 14, el cuerpo a los puntos 5 al 12 y pie al punto 12.

B) DEFINICIÓN:

Este formato es utilizado para solicitar la reparación de la maquina cuando se presenten las fallas.

D) INSTRUCCIONES DE LLENADO:

1. AREA: Anotar el nombre del área a la que corresponda la Maquina Herramienta.

2. FECHA: Se anotaran los 6 dígitos correspondientes al día, mes y año de elaboración del formato.

3. No. INV.: Se anota el numero de inventario de la maquina reportada.

4. MAQUINA: Se escribirá el tipo de maquina herramienta que presento la falla.

5.- FALLA REPORTADA: En este campo se anotan detalladamente las fallas que presente la maquina, motivo por el cual se solicita su reparación.

6.- HORA: Se anotaran los dos dígitos de la hora y dos de los minutos. Ejemplo: catorce horas treinta y tres minutos, se escribirá 14:33 y corresponde a la hora en que se elabora el RO.

7.- **NOMBRE Y FIRMA:** Se escribirá el nombre y firma del usuario, que estaba operando la maquina al momento de la falla.

8.- **No. CTA:** El usuario anotara su numero de cuenta.

9.- **DIAGNOSTICO TÉCNICO:** Anotara el Técnico Académico el diagnostico de la falla, lo mas claro y concreto posible.

10.- **HORA:** Se anotaran los dos dígitos de la hora y los dos de los minutos. Ejemplo: catorce horas cincuenta y cinco minutos se escribirá 14:55 y corresponde a la hora en que se realiza el diagnostico.

11.- **NOMBRE Y FIRMA:** Se escribirá el nombre y la firma del técnico que elabora el diagnostico.

12.- **ACCIÓN:** Al pie del formato se anotara la acción a tomar de acuerdo a la falla reportada y al diagnostico técnico, anotando una X en el cuadro que corresponda.

Si la acción a tomar es reparación efectuada en el momento, se anotara la reparación realizada, así como las refacciones utilizadas en la misma.

E) "Registro de Servicios". (R.S.).

Este formato es para registrar en forma resumida todos los trabajos de Mantenimiento realizados durante el día.





NOMBRE DEL FORMATO: "REGISTRO DE SERVICIOS" (RS)

- A) DESCRIPCIÓN: El encabezado esta constituido de los puntos 1 al 4, y los puntos 5 al 10 corresponden al cuerpo del formato.
- B) DEFINICIÓN: Este formato es para registrar en forma resumida todos los trabajos de Mantenimiento realizados durante el día.
- C) RESPONSABLES: El encargado del registro y actualización de este formato es el técnico asignado como responsable por el jefe de los laboratorios.
- D) INSTRUCCIONES DE LLENADO:
1. HOJA: Se pondrá el numero de hoja empleada durante el día, al final se relacionaran todas las hojas con el total. Ejemplo: 3/5.
  - 2.- DÍA: Se anotara el día en que se registren los trabajos de Mantenimiento de esa fecha.
  3. MES: Se anotara el mes en que se elabore el registro en forma numérica, ejemplo: Enero se escribirá 01.
  4. AÑO: Se anotaran los últimos dígitos del año de vigencia en que se registra, ejemplo: 1996, se escribirá 96.
  5. No. De ORDEN DE REPARACIÓN: Se colocara el folio de la OR correspondiente al trabajo realizado.

6. **TIPO DE MAQUINA:** Se anotara el tipo de maquina que se encuentra en revisión o reparación.

7. **No. DE INVENTARIO:** Se registrara el numero de inventario de la maquina que se encuentra en revisión o reparación.

8. **INICIO\_HORA:** Se anotaran dos dígitos de la hora y dos de los minutos. Ejemplo: trece horas veinte minutos, se escribirá 13:20, correspondiendo esta hora al dato de inicio que aparece para este concepto en la OR.

9. **TERMINACIÓN\_HORA:** Se anotaran dos dígitos de la hora y dos de los minutos; correspondiendo esta hora al dato de terminación que aparece para este concepto en la OR.

10. **FALLAS REPORTADAS:** Se anotara la reparación a efectuar como marca la OR, por la que sale del servicio la maquina herramienta.

**F) "Bitácora General". (B.G.).**

Este documento es utilizado para orientar al personal responsable de efectuar el servicio de Mantenimiento Preventivo en las maquinas herramientas de los laboratorios de Diseño y Manufactura y contar con un registro permanente y detallado de las revisiones y cambios efectuados, así como las fallas detectadas en el Mantenimiento Preventivo.



NOMBRE DEL FORMATO: "BITÁCORA GENERAL" (BG)

- A) DESCRIPCIÓN: El encabezado esta comprendido por los puntos 1 al 4, y el cuerpo contiene los puntos 5 al 10.
- B) DEFINICIÓN: Esta hoja única, se utiliza para tener un registro de todas las operaciones de Mantenimiento que se realizan en una máquina tomando como base la información de las OR ya cumplidas.
- C) RESPONSABLE: La elaboración y actualización total del formato es responsabilidad del técnico asignado como responsable por el jefe de los laboratorios.
- D) INSTRUCCIONES DE LLENADO:
1. ÁREA: Anotar el nombre del área a la que corresponde la Máquina Herramienta.
  2. MAQUINA: Se anota la maquina a la que pertenece la Bitácora.
  3. No. DE INV.: Se anota el numero de inventario de la maquina a la que pertenece la Bitácora.
  4. MARCA: Se anota la marca de la maquina a la que pertenece la Bitácora.
  5. No. DE ORDEN DE REPARACIÓN: Se anotara el numero de folio de la OR de los trabajos efectuados.

6. **FECHA DE INICIO:** Deberá anotarse el día, mes y año que marca este concepto en la OR.

7. **FECHA TERMINACIÓN:** Se anotara el día, mes y año que marca este concepto en la OR.

8. **FALLAS CORREGIDAS:** Deberán anotarse los trabajos realizados en la maquina.

9. **PARTES:** Se anotara una "Y", si procede reparación dentro del cuadro formado por el sistema y el numero de "Orden de Reparación" correspondiente, en caso de cambio se anotara "Z". En el caso de Mantenimiento Preventivo se pondrá "M".

10. **HOJA:** Se anotara el numero de Bitácora utilizada para esa maquina.

**0) Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP).**

Este documento es utilizado para Realizar la Programación de Mantenimiento Preventivo, a las maquinas herramientas de manera uniforme y distribuir las cargas de trabajo alternando los servicios de Mantenimiento Preventivo.





**INSTRUCTIVO DE LLENADO PARA LA FORMA "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO".**  
(P.M.P.)

**OBJETIVO:** Realizar la Programación de Mantenimiento Preventivo, a las maquinas herramientas de manera uniforme y distribuir las cargas de trabajo alternando los servicios de Mantenimiento Preventivo.

**RESPONSABLE:** El responsable de la elaboración de este formato es el jefe de los laboratorios.

**No. DE EJEMPLARES:** Original y copia.

**DISTRIBUCIÓN:** Original para el jefe de los laboratorios y copia para los Técnicos Académicos.

**CONCEPTO:** SE DEBE ANOTAR:

**PERIODO COMPRENDIDO: (1)** Se anotara el mes y año en que se inicia el programa, mes y año en que se concluye dicho programa, ejemplo:  
DE MAYO 1997 A MAYO 1998  
MES AÑO MES AÑO

**NOTA:** Este formato tiene capacidad para 12 meses de programación, es decir las maquinas herramientas se podrán programar algunas veces mas de una vez.

**REALIZO: (2)**

Se pondrá el nombre y la firma del jefe de los laboratorios.

**CLASE Y FECHA DE REALIZACION DE LA G.S.P.: (3)**

En el espacio correspondiente a las semanas (columnas) de cada periodo se anotara la fecha del día en que (3) se inicia la semana en la que se realizara la G.S.P.

**TIPO DE MAQUINA: (3)**

En cada cuadro de esta sección se anotan los tipos de maquina que se para realizar el M.P. Ejemplos: Torno Pinacho, Torno Sánchez Blanes, Fresa Gris Bridgeport, etc.

**NOTA:** La forma de llenar los cuadros debe ser de acuerdo a la cantidad de G.S.P. que se van a realizar, tratando siempre de distribuir uniformemente las clases de servicios que se van a efectuar, para afectar lo menos posible las practicas que se realizan durante los semestres.

### **IV.3 CONTROL DEL MANTENIMIENTO**

Una de las partes esenciales para la correcta operación de cualquier sistema es el control cuya función se basa en la retroalimentación, la cual se presenta con el Análisis y Evaluación del desarrollo de las actividades y de los resultados obtenidos. De esta forma se tendrá la posibilidad de aplicar medidas correctivas de manera que se logren los objetivos establecidos.

El control del mantenimiento nos permite tener una permanente retroalimentación al sistema, un control, el cual detecte los logros y permita corregir las desviaciones.

Es conveniente señalar que la función del Control del Sistema permitirá:

- Establecer mejores métodos de trabajo.
- Actualizar permanentemente la planeación.
- Optimizar la organización.
- Mejorar la Dirección.
- Hacer eficiente la ejecución del Sistema.
- Evaluar los resultados obtenidos.
- Establecer un orden de prioridades.
- Planear, Organizar y Asignar recursos.

G.  
S.  
P.



- Incidencia de correctivos.
- Programa de correctivos.
- Efectividad de Mantenimiento.
- Grado de cumplimiento del programa logrado con los servicios.

O.  
R.



- Horas de incidencia a reparación.
- Trabajos realizados de M.P. y M.C.
- Horas de Inicio y Termino.  
(Tiempo de reparación).

B.  
G.



- Conocer Reparaciones realizadas y la frecuencia de estas.
- Partes de la maquina con mas fallas.
- Mantenimientos Preventivos efectuados.
- Estado Mecánico de las partes o de toda la maquina.
- Trabajos Terminados.
- Trabajos pendientes por falta de refacciones.

La correcta aplicación del Sistema General de Mantenimiento en los laboratorios de Diseño y Manufactura, permite un buen desarrollo en las Operaciones de Mantenimiento de las maquinas herramientas a fin de conservar todas las maquinas en Operación al menor costo posible; así mismo permite establecer con anticipación las necesidades de los recursos como son: Refacciones, Herramienta, Equipo y el Personal que se llegue a requerir para desarrollar el mantenimiento.

Estamos ciertos de que lo mas valioso de los laboratorios de Diseño y Manufactura es la calidad humana de su gente y en la medida en que se conozca el S.G.M., nuestros laboratorios se fortalecerán para cumplir con la responsabilidad de mantener en funcionamiento todas las maquinas herramientas, que son utilizadas por la población estudiantil del Campus Aragón.

Para poder aplicar con éxito este programa (S.G.M.), de Mantenimiento en los talleres de Diseño y Manufactura, es necesario que se designen las funciones que cada Técnico Académico debe desarrollar con el objeto de cada persona conozca y desarrolle con eficiencia sus tareas, ya que es necesario que los formatos sean manejados por una sola persona. Cabe señalar que todos los Técnicos Académicos deberán saber el proceso para algún caso de emergencia o de contingencia. Para que en si en su momento la persona responsable de controlar la información no se encuentre, el proceso pueda continuar en completa normalidad.

La buena aplicación del S.G.M., permite tener en condiciones de operación las maquinas herramientas de los talleres, así como también se evitan los paros de maquinas durante el semestre, se puede hacer una planeación de los recursos humanos y materiales para su aplicación, se obtiene una reducción de costos por mantenimiento correctivo y se podrá tener una mayor eficiencia de las maquinas herramientas.

**BIBLIOGRAFIA:**

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
U.N.A.M.

MANUAL DE BIENVENIDA A LOS ALUMNOS 1995  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL  
HUMBERTO LAZO CERNA

LA SEGURIDAD INDUSTRIAL  
GRIMALDI Y SIMONDS  
EDIT. ALFAOMEGAÇ

SEGURIDAD E HIGIENE PROFESIONAL  
JOSE MARIA DE LA POZA  
EDIT. PARANINFO

MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL  
WILLIAM HANDLES  
MC GRAW HILL

SEGURIDAD INDUSTRIAL: ADMINISTRACION Y METODO  
D. KEITH DENTON  
MC GRAW HILL

SEGURIDAD INDUSTRIAL  
ALBERT KUHLMAN  
EDIT. MADRID

OPERACION DE MAQUINAS HERRAMIENTAS  
KRAR OSWALD ST. AMAND  
EDIT. MC GRAW-HILL

MANUAL DE MAQUINAS HERRAMIENTAS  
RICHARD R. KIBBE  
JOHN E. NEELY  
ROLAND O. MEYER  
WARREN T. WHITE  
TOMOS I Y II  
EDIT. LIMUSA

**TEORIA DEL TALLER  
JAMES ANDERSON  
EARL E. TATRO  
EDICIONES GILI**

**MAQUINADO DE METALES EN MAQUINAS HERRAMIENTAS  
JHON L. FEIRER  
EDIT. CECSA**

**INGENIERIA DE MANUFACTURA  
ULRICH SCHARER  
EDIT. CECSA**

**PROCESOS DE MANUFACTURA VERSION SI  
B. H. AMSTEAD; OSTWALD Y BEGEMAN  
EDIT. CECSA**

**MAQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA LA INDUSTRIA METALMECANICA  
AMERICAN MACHINIST. MAGAZINE  
EDIT. MC GRAW HILL**

**MATERIALES Y PROCESOS DE MANUFACTURA PARA INGENIEROS  
LAWRENCE E. DOYLE, CARL A. KEYSER  
EDIT. PRENTICE HALL**

**LA TECNOLOGIA EN EL TRABAJO DE LOS METALES  
RICHARD L. LITTLE  
EDIT. CECSA**

**TEORIA DEL TALLER  
ESCUELA DEL TRABAJO HENRY FORD  
EDIT. GUSTAVO GILI**

**MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCION DE MAQUINARIA  
PORRIT Y LITTON  
EDIT. HISPANO EUROPEA**

**ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
E. T. NEWBROUGH  
EDIT. DIANA**

**ENCICLOPEDIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
L. C. MORROW  
EDIT. CECSA**